

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

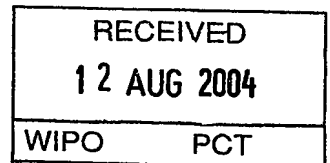
28. 6. 2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application: 2 0 0 3 年 7 月 1 0 日

出 願 番 号  
Application Number: 特 願 2 0 0 3 - 2 7 2 8 8 2  
[ST. 10/C]: [ J P 2 0 0 3 - 2 7 2 8 8 2 ]



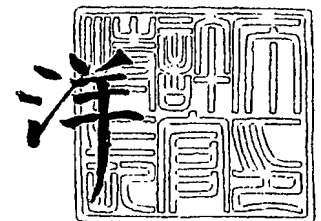
出 願 人  
Applicant(s): 松下電器産業株式会社

**PRIORITY  
DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 4 年 7 月 3 0 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

小 川



【書類名】 特許願  
【整理番号】 2900655328  
【提出日】 平成15年 7月10日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 H04B 7/26  
【発明者】  
    【住所又は居所】 神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目 3 番 1 号 パナソニックモバイルコミュニケーションズ株式会社内  
    【氏名】 上杉 充  
【特許出願人】  
    【識別番号】 000005821  
    【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社  
【代理人】  
    【識別番号】 100105050  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 鷲田 公一  
【手数料の表示】  
    【予納台帳番号】 041243  
    【納付金額】 21,000円  
【提出物件の目録】  
    【物件名】 特許請求の範囲 1  
    【物件名】 明細書 1  
    【物件名】 図面 1  
    【物件名】 要約書 1  
    【包括委任状番号】 9700376

**【書類名】 特許請求の範囲****【請求項 1】**

自然対数の底を  $e$  とし、拡散コードの長さを  $N$  としたとき、 $a$  番目の拡散コードの  $b$  番目のチップ  $C(a, b)$  を次式により生成することを特徴とする拡散コード生成方法。

$$C(a, b) = e^{j(2\pi n/N)} \quad \dots\dots\dots (1)$$

但し、 $n = a \times b$ 、 $a = 0 \sim N-1$ 、 $b = 0 \sim N-1$

**【請求項 2】**

前記 (1) 式の  $N$  を順次  $k$  倍 ( $k$  は正の整数) していくことにより、拡散コード長の異なる拡散コードを生成する

ことを特徴とする請求項 1 に記載の拡散コード生成方法。

**【請求項 3】**

自然対数の底を  $e$  とし、拡散コードの長さを  $N$  としたとき、 $a$  番目の拡散コードの  $b$  番目のチップ  $C(a, b)$  を次式により生成する拡散コード生成手段と、

$$C(a, b) = e^{j(2\pi n/N)} \quad \dots\dots\dots (1)$$

但し、 $n = a \times b$ 、 $a = 0 \sim N-1$ 、 $b = 0 \sim N-1$

前記拡散コード生成手段により生成された拡散コードを用いて送信信号を拡散する拡散手段と、

を具備する CDMA 送信装置。

**【請求項 4】**

前記拡散コード生成手段は、各拡散コード毎に前記 (1) 式で生成した拡散コードのチップの順序を並べ換える

ことを特徴とする請求項 3 に記載の CDMA 送信装置。

**【請求項 5】**

さらに、前記送信信号、前記拡散コード又は拡散後の信号にスクランブルコードを乗じるスクランプリング手段を具備する

ことを特徴とする請求項 3 に記載の CDMA 送信装置。

**【請求項 6】**

前記拡散コード生成手段は、前記 (1) 式の  $N$  を順次  $k$  倍 ( $k$  は正の整数) していくことにより、拡散コード長の異なる拡散コードを生成する

ことを特徴とする請求項 3 に記載の CDMA 送信装置。

**【請求項 7】**

前記拡散コード生成手段及び前記拡散手段を逆離散フーリエ変換器により構成する

ことを特徴とする請求項 3 に記載の CDMA 送信装置。

**【請求項 8】**

前記拡散コード生成手段及び前記拡散手段を複数の逆離散フーリエ変換器を従属接続して構成し、送信信号を階層的に逆離散フーリエ変換する

ことを特徴とする請求項 3 に記載の CDMA 送信装置。

**【請求項 9】**

自然対数の底を  $e$  とし、拡散コードの長さを  $N$  としたとき、 $a$  番目の拡散コードの  $b$  番目のチップ  $C^*(a, b)$  を次式により生成する拡散コード生成手段と、

$$C^*(a, b) = e^{-j(2\pi n/N)} \quad \dots\dots\dots (3)$$

但し、 $n = a \times b$ 、 $a = 0 \sim N-1$ 、 $b = 0 \sim N-1$

前記拡散コード生成手段により生成された拡散コードを用いて受信信号を逆拡散する逆拡散手段と、

を具備する CDMA 受信装置。

**【請求項 10】**

前記拡散コード生成手段及び前記逆拡散手段を離散フーリエ変換器により構成する

ことを特徴とする請求項 9 に記載の CDMA 受信装置。

**【請求項 11】**

前記拡散コード生成手段及び前記逆拡散手段を複数の離散フーリエ変換器を従属接続し

て構成し、受信信号を階層的に離散フーリエ変換すること  
を特徴とする請求項 9 に記載の CDMA 受信装置。

## 【書類名】明細書

【発明の名称】拡散コード生成方法、CDMA送信及び受信装置

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は拡散コード生成方法、CDMA送信及び受信装置に関し、特に直交拡散コードを用いる場合に適用して好適なものである。

## 【背景技術】

## 【0002】

従来、CDMA通信システムにおいては、送信側で送信シンボルを拡散コードを用いて拡散し、受信側で同じ拡散コードを用いて逆拡散することで受信シンボルを得るようになっている。この際、回線（チャネル）間での信号の干渉を防ぐために、回線間で互いに直交関係にある拡散コードを用いることが一般的である。

## 【0003】

この直交コードの生成方法については、例えば特許文献1（特開平2000-115130号公報）で開示されている。

## 【0004】

CDMA通信では、拡散コード間の直交性が保たれるか否かで通信品質が大きく左右される。そのため拡散コード間の同期や回線の類似性が保証される場合には、通常は直交コードが使われる。實際上、下り回線などでは完全に全部の拡散コードが同期するようになされており、かつマルチパスが存在する場合においても全拡散コードが同じ回線で伝送されることが保証される。上り回線であってもこれが保証されるような工夫がなされていることもある。

## 【0005】

このためCDMA通信では、直交コードをどれだけ多くかつ効率的に生成できるかが、システムの通信容量（チャネル数）に大きな影響を及ぼす。

## 【0006】

図17に従来のCDMA送信装置の一般的な構成を示すと共に、図18に従来のCDMA受信装置の一般的な構成を示す。なお図17及び図18では、説明を簡単化するために、1コード多重を例にとって説明する。CDMA送信装置10は、マッピング部12において送信データをQPSK(Quadrature Phase Shift Keying)や16QAM(Quadrature Amplitude Modulation)等の変調方式に応じてI-Q平面上の所定位置にマッピングすることにより、I成分及びQ成分を得、このI成分及びQ成分を拡散部13のシンボルコピー部14に送出する。

## 【0007】

シンボルコピー部14は、I成分及びQ成分それぞれが拡散率に応じた数になるようにコピーし、続く乗算部15に送出する。例えば拡散部13で4倍拡散を行う場合には、I成分及びQ成分を4つずつコピーする。また乗算部15には、拡散コード生成部11により生成された拡散コードが入力される。例えば4倍拡散を行う場合には、拡散コード生成部11で「1, -1, 1, -1」や、これに直交する「1, 1, 1, 1」等の拡散コードが生成されて乗算部15に入力される。

## 【0008】

この結果、乗算部15では順次拡散コードの各要素と、I成分及びQ成分とが乗算され、例えば拡散コードが「1, -1, 1, -1」であった場合には、I成分については「I, -I, I, -I」の順序で出力され、Q成分については「Q, -Q, Q, -Q」の順序で出力される。なおここでは、I成分及びQ成分に同じ拡散コードを乗算する場合について述べたが、I成分とQ成分で別々の拡散コードを乗算する方法を採ることも可能であり、または複素乗算する方法を採ることも可能である。

## 【0009】

このように拡散部13により拡散処理が施されたI成分とQ成分はフィルタ16を介して直交変調部17に送られる。直交変調部17は、I成分とQ成分によりそれぞれ互いに

位相が直交する波を変調することにより直交変調処理を施し、直交変調後の送信波をアンテナ18を介して送信する。

#### 【0010】

図18に示すCDMA受信装置20は、CDMA送信装置10から送信された送信波をアンテナ22で受信した後、直交復調部23に入力する。直交復調部23は、受信波に対して直交変調部17（図17）で用いたのと同じ、互いに位相が直交したsin波又はcos波を乗じることにより、直交変調前のI成分及びQ成分を検出する。検出されたI成分及びQ成分は、フィルタ24を介して逆拡散部25の乗算部26に送出される。

#### 【0011】

また乗算部26には、拡散コード生成部21により生成された拡散コードが入力される。このとき生成される拡散コードは、CDMA送信装置10の拡散コード生成部11で生成された拡散コードと同一のコードである。これにより、乗算後のI成分及びQ成分は、例えば4倍拡散の場合には、「I, I, I, I」、「Q, Q, Q, Q」となる。

#### 【0012】

シンボル間足込部27は、CDMA送信装置10のシンボルコピー部14でコピーした数のI成分及びQ成分を各成分毎に足し込む。4倍拡散の場合には、4つのI成分を足し込むと共に4つのQ成分を足し込む。これにより得られた1データ分のI成分及びQ成分はデマッピング部28に送出される。

#### 【0013】

デマッピング部28は、CDMA送信装置10のマッピング部12と反対の処理を施すことにより、I成分及びQ成分のマッピング位置に応じた受信データを得るようになっている。これにより、CDMA送信装置10から送信された送信データに対応する受信データを得ることができる。

【特許文献1】特開2000-115130号公報

#### 【発明の開示】

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0014】

しかし、従来のCDMA通信での拡散コードは[1, -1]の系列（すなわち1か-1のいずれかの数値）を用いるために、使用効率の良い直交コードを作ろうとすると、コード長が2のべき乗にならざるを得ない。これはフレーム長や基本クロックなどのシステムのパラメータを決める上で大きな制約となる。例えば、他のシステムと基本クロックを合わせたりする場合には、設計が大変困難となる。実際に3GPP（3rd Generation Partnership Project）で規格化されているW-CDMAでは、この制約のためにチップレートが3.84 Mcpsとなっている。また3GPP2で規格化されているcdma2000でも同様に1.228 Mcpsとなっている。

#### 【0015】

本発明はかかる点に鑑みてなされたものであり、任意の長さの拡散コードを生成し得る拡散コード生成方法、CDMA送信及び受信装置を提供することを目的とする。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0016】

かかる課題を解決するため本発明の拡散コード生成方法は、自然対数の底をeとし、拡散コードの長さ（すなわち拡散コード長）をNとしたとき、a番目の拡散コードのb番目のチップC(a, b)を次式により生成する。

#### 【数1】

$$C(a, b) = e^{j(2n\pi/N)} \quad \dots\dots\dots (1)$$

但し、 $n = a \times b$ 、 $a = 0 \sim N-1$ 、 $b = 0 \sim N-1$

#### 【0017】

この方法によれば、直交性を有する任意の拡散コード長N（Nは任意の自然数）の拡散コードを生成することができるようになる。

#### 【0018】

本発明の拡散コード生成方法は、前記(1)式の $N$ を順次 $k$ 倍( $k$ は正の整数)していくことにより、拡散コード長の異なる拡散コードを生成する。

#### 【0019】

この方法によれば、直交性を保ちながらさらに多くの拡散コードを生成することができるようになる。実際には、コードツリーを用いて階層的に拡散コード長の異なる拡散コードを生成すれば良いが、本発明では従来のように2のべき乗のコードに限定されることなく直交コードを作ることができるようになるので、任意の拡散率の拡散コードを生成できる。この結果、拡散コード数を一段と増やすことができることに加えて、リソースの微調整も可能となる。

#### 【0020】

本発明のCDMA送信装置は、自然対数の底を $e$ とし、拡散コードの長さ(すなわち拡散コード長)を $N$ としたとき、 $a$ 番目の拡散コードの $b$ 番目のチップ $C(a, b)$ を次式により生成する拡散コード生成手段と、

#### 【数2】

$$C(a, b) = e^{j(2\pi n/N)} \quad \dots\dots\dots (1)$$

但し、 $n = a \times b$ 、 $a = 0 \sim N-1$ 、 $b = 0 \sim N-1$

前記拡散コード生成手段により生成された拡散コードを用いて送信信号を拡散する拡散手段と、を具備する構成を採る。

#### 【0021】

この構成によれば、拡散コード生成手段によって直交性を有する任意の拡散コード長 $N$ ( $N$ は任意の自然数)の拡散コードを生成することができる。この結果、本発明のCDMA送信装置を用いれば、システムにおけるフレーム長や基本クロック等の自由度が増すので、CDMAシステムの設計を容易化することができるようになる。

#### 【0022】

本発明のCDMA送信装置は、前記拡散コード生成手段が、各拡散コード毎に前記(1)式で生成した拡散コードのチップの順序を並べ換える構成を採る。

#### 【0023】

この構成によれば、例えば回線変動が高速で起こっている場合でも拡散コード間の相関を平均化できるので、誤り訂正符号の効果を向上させることができると共に、相関(逆拡散)によって干渉を除去でき易くなる。

#### 【0024】

本発明のCDMA送信装置は、さらに、前記送信信号、前記拡散コード又は拡散後の信号にスクランブルコードを乗じるスクランプリング手段を具備する構成を採る。

#### 【0025】

この構成によれば、セル識別効果に加えて、チップ間の相関を低減することができるようになり、受信側での誤り率特性を一段と向上させることができる。本発明の拡散コードとの組合せにより、使用可能なスクランプリングコード数が増える。

#### 【0026】

本発明のCDMA送信装置は、前記拡散コード生成手段が、前記(1)式の $N$ を順次 $k$ 倍( $k$ は正の整数)していくことにより、拡散コード長の異なる拡散コードを生成する構成を採る。

#### 【0027】

この構成によれば、直交性を保ちながらさらに多くの拡散コードを生成することができるようになり、同時送信できるデータ量をさらに増やすことができる。また2のべき乗のコードに限定されることなく直交コードを作ることができるので、任意の拡散率の拡散コードを生成できる。この結果、拡散コード数を一段と増やして同時送信できるデータ量が増えると共に、リソースの微調整も可能となる。

#### 【0028】

本発明のCDMA送信装置は、前記拡散コード生成手段及び前記拡散手段を逆離散フーリエ変換器により構成するようにする。

## 【0029】

この構成によれば、前記(1)式で示した拡散コードを用いた拡散処理を少ない演算量で行うことができるようになる。

## 【0030】

本発明のCDMA送信装置は、前記拡散コード生成手段及び前記拡散手段を複数の逆離散フーリエ変換器を従属接続して構成し、送信信号を階層的に逆離散フーリエ変換するようにする。

## 【0031】

この構成によれば、前記(1)式で示した拡散コードを階層的に用いて、拡散率の異なる拡散コードにより拡散処理を行う場合の演算量を削減できる。

## 【0032】

本発明のCDMA受信装置は、自然対数の底を $e$ とし、拡散コードの長さ(すなわち拡散コード長)を $N$ としたとき、 $a$ 番目の拡散コードの $b$ 番目のチップ $C^*(a, b)$ を次式により生成する拡散コード生成手段と、

## 【数3】

$$C^*(a, b) = e^{-j(2n\pi/N)} \quad \dots\dots\dots (3)$$

但し、 $n = a \times b$ 、 $a = 0 \sim N-1$ 、 $b = 0 \sim N-1$

前記拡散コード生成手段により生成された拡散コードを用いて受信信号を逆拡散する逆拡散手段と、を具備する構成を採る。

## 【0033】

本発明のCDMA受信装置は、前記拡散コード生成手段及び前記逆拡散手段を離散フーリエ変換器により構成するようにする。

## 【0034】

本発明のCDMA受信装置は、前記拡散コード生成手段及び前記逆拡散手段を複数の離散フーリエ変換器を従属接続して構成し、受信信号を階層的に離散フーリエ変換するようにする。

## 【発明の効果】

## 【0035】

以上説明したように本発明によれば、(1)式で示すような拡散コードを生成するようにしたことにより、任意の長さの直交拡散コードを生成できるようになる。この結果、CDMAシステムにおけるフレーム長や基本クロック等の自由度が増すので、CDMAシステムの設計を容易化することができるようになる。

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0036】

本発明の骨子は、自然対数の底を $e$ とし、拡散コードの長さ(すなわち拡散コード長)を $N$ としたとき、 $a$ 番目の拡散コードの $b$ 番目のチップ $C(a, b)$ を次式により生成するようにしたことである。

## 【0037】

## 【数4】

$$C(a, b) = e^{j(2n\pi/N)} \quad \dots\dots\dots (1)$$

但し、(1)式において、 $n = a \times b$ であり、 $a = 0 \sim N-1$ 、 $b = 0 \sim N-1$ の値を採り得るものとする。

## 【0038】

これにより、直交性を有する任意の拡散コード長 $N$ ( $N$ は任意の自然数)の拡散コードを生成することができるようになる。

## 【0039】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

## 【0040】

(実施の形態1)

図1に、本発明の拡散コード生成方法を実現するための拡散コード生成装置の構成例を



示す。拡散コード生成装置 100 は、 $e^{j(2n\pi/N)}$  演算部 101 を有する。 $e^{j(2n\pi/N)}$  演算部 101 には、コード長設定部 102 により設定された任意の自然数  $N$  が入力される。またコード番号設定部 103 によりコード番号  $a$  が設定されると共に、チップ番号設定部 104 によりチップ番号  $b$  が設定される。そして  $n = a \times b$  演算部 105 によりコード番号  $a$  とチップ番号  $b$  との乗算がなされ、乗算値  $n$  が  $e^{j(2n\pi/N)}$  演算部 101 に入力される。この結果、 $e^{j(2n\pi/N)}$  演算部 101 からは、任意の長さ  $N$  である  $a$  ( $a = 0 \sim N-1$ ) 番目の拡散コードの  $b$  ( $b = 0 \sim N-1$ ) 番目のチップ  $C(a, b)$  が順次生成される。

#### 【0041】

図 2 に、拡散コード生成装置 100 による拡散コード生成手順を示す。拡散コード生成装置 100 は、ステップ ST0 で処理を開始すると、ステップ ST1 でコード長設定部 102 によりコード長  $N$  を設定する。続くステップ ST2 ではコード番号設定部 103 のコード番号  $a$  を 0 とし、ステップ ST3 ではチップ番号設定部 104 のチップ番号  $b$  を 0 とする。

#### 【0042】

続くステップ ST4 では、 $n = a \times b$  演算部 105 により  $n$  を求め、ステップ ST5 に移る。ステップ ST5 では、 $e^{j(2n\pi/N)}$  演算部 101 により  $a$  番目の拡散コードの  $b$  番目のチップ  $C(a, b)$  の値が演算され、ステップ ST6 でこの 1 チップぶん の値  $C(a, b)$  が出力される。

#### 【0043】

次に拡散コード生成装置 100 は、ステップ ST7 に移ってチップ番号  $b$  が  $N-1$  であるか否か判断し、 $N-1$  でない場合 (実際には  $N-1$  よりも小さい場合) にはステップ ST8 に移ってチップ番号  $b$  をインクリメントした後、ステップ ST4 に戻る。このように拡散コード生成装置 100 は、ステップ ST4-ST5-ST6-ST7-ST8-ST4 のループを繰り返すことにより、コード番号  $a$  が固定の基でコード番号  $a$  の拡散コードについて、チップ番号  $b$  が 0 から始まって  $N-1$  までのチップを順次生成していく。これにより、コード番号  $a$  についてコード長  $N$  の拡散コードが生成される。

#### 【0044】

コード番号  $a$  についてコード長  $N$  の拡散コードが生成されると、ステップ ST7 で肯定結果が得られ、ステップ ST9 を介してステップ ST10 に移り、コード番号  $a$  をインクリメントする。次に拡散コード生成装置 100 は、ステップ ST3 に移り、ここでチップ番号  $b$  を 0 にリセットする。続いて上述したのと同様に、ステップ ST4-ST5-ST6-ST7-ST8-ST4 のループを繰り返すことにより、コード番号  $a+1$  が固定の基でコード番号  $a+1$  の拡散コードについて、チップ番号  $b$  が 0 から始まって  $N-1$  までのチップを順次生成していく。これにより、コード番号  $a+1$  についてコード長  $N$  の拡散コードが生成される。

#### 【0045】

以下同様の処理を、コード番号  $a$  が  $N-1$  となってステップ ST9 で肯定結果が得られるまで行う。實際上、図 2 に示す処理は、例えば、図 1 のチップ番号設定部 104 を自走によりチップ番号  $b$  を 0 から  $N-1$  まで繰り返してカウントアップしていくカウンタにより構成すると共に、コード番号設定部 103 をチップ番号設定部 104 からチップ番号  $b$  として 0 が出力される毎にカウント値 (すなわちコード番号  $a$ ) を 0 から  $N-1$  まで 1 ずつカウントアップしていくカウンタにより構成することにより実現できる。

#### 【0046】

これにより、拡散コード生成装置 100 によれば、コード長  $N$  である  $N$  種類 (コード番号  $a$  の個数に対応) の拡散コードを生成することができる。なお図 2 では、コード番号  $a$  を 0 から順に  $N-1$  までインクリメントしていき、 $N$  種類の拡散コードを生成する場合について述べたが、 $N$  種類以下の所望数の拡散コードのみを生成するようにしてもよいことは言うまでもない。この場合には、ステップ ST9 での  $a$  の判定値を  $N-1$  よりも小さくすればよい。

## 【0047】

図3に、本発明の拡散コードを用いたCDMA送信装置の一例を示す。また図4に、本発明の拡散コードを用いたCDMA受信装置の一例を示す。なお図3及び図4では、説明を簡単化するために、1コード多重を例にとって説明する。

## 【0048】

CDMA送信装置200は、マッピング部202において送信データをQPSK(Quadrature Phase Shift Keying)や16QAM(Quadrature Amplitude Modulation)等の変調方式に応じてI-Q平面上の所定位置にマッピングすることにより、I成分及びQ成分を得、このI成分及びQ成分を拡散部203のシンボルコピー部204に送出する。

## 【0049】

シンボルコピー部204は、I成分及びQ成分それぞれが拡散率に応じた数Nになるようにコピーし、続く乗算部205に送出する。例えば拡散部203で3倍拡散を行う場合には、I成分及びQ成分を3つつコピーする。また乗算部205には、拡散コード生成部201により生成された拡散コードが入力される。

## 【0050】

拡散コード生成部201は、上記(1)式に基づいて拡散コードを生成する。具体的な構成例は図1及び図2で説明した通りである。拡散コード生成部201は、例えば3倍拡散を行う場合には、「1, 1, 1」や、これに直交する「1,  $e^{j(2\pi/3)}$ ,  $e^{j(4\pi/3)}$ 」、「1,  $e^{j(4\pi/3)}$ ,  $e^{j(8\pi/3)}$ 」等の拡散コードを生成し、これを乗算部205に送出する。

## 【0051】

實際上、拡散コード $e^{j(2n\pi/N)}$ は複素数なので、図3では、拡散コード生成部201から出力される拡散コード $e^{j(2n\pi/N)}$ の実部を $\text{Re}\{e^{j(2n\pi/N)}\}$ として示し、虚部を $\text{Im}\{e^{j(2n\pi/N)}\}$ として示している。乗算部205は、コピーされたI成分及びQ成分を複素数の $I+jQ$ とみなして、それに対して所定のコード番号aの拡散コード $e^{j(2n\pi/N)}$ の各チップC(a, b)の実部 $\text{Re}\{e^{j(2n\pi/N)}\}$ と虚部 $\text{Im}\{e^{j(2n\pi/N)}\}$ を順次複素乗算する。このため乗算結果は、次式となる。

## 【数5】

$$\begin{aligned} I &= I \times \text{Re}\{e^{j(2n\pi/N)}\} - Q \times \text{Im}\{e^{j(2n\pi/N)}\} \\ Q &= Q \times \text{Re}\{e^{j(2n\pi/N)}\} + I \times \text{Im}\{e^{j(2n\pi/N)}\} \dots\dots\dots (2) \end{aligned}$$

## 【0052】

このようにして拡散部205では拡散コード $e^{j(2n\pi/N)}$ を用いた拡散処理が行われ、拡散後のI成分及びQ成分がフィルタ206を介して直交変調部207に送られる。直交変調部207は、I成分とQ成分によりそれぞれ互いに位相が直交する波を変調することにより直交変調処理を施し、直交変調後の送信波をアンテナ208を介して送信する。

## 【0053】

図4に、CDMA送信装置200から送信された信号を受信するCDMA受信装置300の構成を示す。CDMA受信装置300は、CDMA送信装置200から送信された送信波をアンテナ302で受信した後、直交復調部303に inputs。直交復調部303は、受信波に対して、直交変調部207(図3)で用いたのと同じ、互いに位相が直交したsin波又はcos波を乗じることにより、直交変調前のI成分及びQ成分を検出する。検出されたI成分及びQ成分は、フィルタ304を介して逆拡散部305の乗算部306に送出される。

## 【0054】

また乗算部306には、拡散コード生成部301により生成された拡散コードが入力される。拡散コード生成部301は、送信側の拡散コード生成部201(図3)と同様の構成であり、上述した(1)式で示す拡散コードを生成する。但し、拡散コード生成部30

1からの出力のうち、実部  $\text{Re} \{e^{j(2n\pi/N)}\}$  はそのまま乗算部306に入力するようになっているが、虚部  $\text{Im} \{e^{j(2n\pi/N)}\}$  は符号反転回路を介して乗算部306に入力するようになっている。

【0055】

この結果、乗算部306には、拡散コード  $e^{j(2n\pi/N)}$  と複素共役の関係にある拡散コード  $e^{-j(2n\pi/N)}$  が入力される。つまり、自然対数の底を  $e$  とし、拡散コードの長さ（すなわち拡散コード長）を  $N$  としたとき、 $a$  番目の拡散コードの  $b$  番目のチップ  $C^*(a, b)$  が次式により表される拡散コードが入力される。

【0056】

【数6】

$$C^*(a, b) = e^{-j(2n\pi/N)} \quad \dots\dots\dots (3)$$

但し、(3)式において、 $n = a \times b$  であり、 $a = 0 \sim N-1$ 、 $b = 0 \sim N-1$  の値を採用するものとする。また  $C^*(a, b)$  は、 $C(a, b)$  の複素共役を表すものとする。

【0057】

乗算部306は、受信した  $I$  成分及び  $Q$  成分を複素数の  $I + jQ$  とみなして、それに対して所定のコード番号  $a$  の拡散コード  $e^{-j(2n\pi/N)}$  の各チップ  $C^*(a, b)$  の実部  $\text{Re} \{e^{-j(2n\pi/N)}\}$  と虚部  $\text{Im} \{e^{-j(2n\pi/N)}\}$  を順次複素乗算する。複素乗算後の  $I$  成分及び  $Q$  成分は、シンボル間足込部307に送出される。シンボル間足込部307は、1シンボル分の  $I$  成分及び  $Q$  成分を各成分毎に足し込む。

【0058】

このようにして逆拡散部305では拡散コード  $e^{-j(2n\pi/N)}$  を用いた逆拡散処理が行われ、1シンボル分だけ足し込まれた  $I$  成分及び  $Q$  成分がデマッピング部308に送られる。デマッピング部308は、 $I$  成分及び  $Q$  成分のマッピング位置に応じた受信データを出力する。これにより、送信データに対応する受信データを得ることができる。

【0059】

次に、本発明の拡散コード生成方法により生成した拡散コード  $e^{j(2n\pi/N)}$  を用いれば、コード間での直交性が確保され、送信側で拡散したシンボルを受信側で良好に分離できる理由について説明する。

【0060】

まず、コード番号  $a$  の拡散コード  $e^{j(2n\pi/N)}$  ( $n = a \times b$ 、 $a = \text{固定}$ 、 $b = 0 \sim N-1$ ) により拡散される  $i$  番目のシンボルを  $S(a, i)$  とし、そのシンボルを  $N$  倍コピーしたものを  $P(a, i, b)$  とし、 $S(a, i)$  と  $P(a, i, b)$  の関係を次式により表すものとする。

【0061】

【数7】

$$S(a, i) = P(a, i, b) \quad \dots\dots\dots (4)$$

但し、 $b = 0 \sim N-1$

拡散コード  $C(a, b) = e^{j(2n\pi/N)}$  ( $n = a \times b$ 、 $a = \text{固定}$ 、 $b = 0 \sim N-1$ ) により拡散された  $i$  番目のシンボルの受信信号  $R(a, i, b)$  は、次式により表すことができる。

【0062】

【数8】

$$R(a, i, b) = P(a, i, b) \cdot C(a, b) \quad \dots\dots\dots (5)$$

但し、 $a = \text{固定}$ 、 $b = 0 \sim N-1$

この受信信号  $R(a, i, b)$  を拡散コード  $C^*(a, b) = e^{-j(2n\pi/N)}$  ( $n = a \times b$ 、 $a = \text{固定}$ 、 $b = 0 \sim N-1$ ) で逆拡散することにより得られる逆拡散結果  $Q(a, i)$  は次式により表すことができる。

## 【数 9】

$$\begin{aligned}
 Q(a,i) &= \sum_{b=0}^{N-1} R(a,i,b) \cdot C^*(a,b) = \sum_{b=0}^{N-1} P(a,i,b) \cdot C(a,b) \cdot C^*(a,b) \\
 &= \sum_{b=0}^{N-1} P(a,i,b) \cdot |C(a,b)|^2 = \sum_{b=0}^{N-1} P(a,i,b) \cdot 1 = N \cdot S(a,i) \quad \dots\dots\dots (6)
 \end{aligned}$$

この結果、(6)式を見れば明らかなように、a番目の拡散コードで拡散された信号は、受信側でa番目の拡散コードの複素共役でなる拡散コードにより正しく抽出することができる。

## 【0063】

これに対して、a番目の拡散コードで拡散された信号は、a番目の拡散コードと異なる拡散コード（例えばa+1番目の拡散コード）を用いて逆拡散しても抽出されない。以下これについて説明する。N=3の場合を例にとる。この場合、拡散コード生成部201からは、次の3つの拡散コードが生成される。

## 【0064】

拡散コード0 (a=0) : [1, 1, 1]

拡散コード1 (a=1) : [1,  $e^{j(2\pi/3)}$ ,  $e^{j(4\pi/3)}$ ]

拡散コード2 (a=2) : [1,  $e^{j(4\pi/3)}$ ,  $e^{j(8\pi/3)}$ ]

例として、拡散コード1で拡散した信号を拡散信号2の複素共役で逆拡散する場合について考えると、逆拡散結果Q(2, i)は次式のようにになる。

## 【数 10】

$$\begin{aligned}
 Q(2,i) &= \sum_{b=0}^2 R(1,i,b) \cdot C^*(2,b) = P(1,i,0) \cdot 1 \cdot 1 + P(1,i,1) \cdot e^{j\frac{2\pi}{3}} \cdot e^{-j\frac{4\pi}{3}} + P(1,i,2) \cdot e^{j\frac{4\pi}{3}} \cdot e^{-j\frac{8\pi}{3}} \\
 &= P(1,i,0) + P(1,i,1) \cdot e^{-j\frac{2\pi}{3}} + P(1,i,2) \cdot e^{-j\frac{4\pi}{3}} \\
 &= S(1,i) + S(1,i) \left\{ -\frac{1}{2} - j\frac{\sqrt{3}}{2} \right\} + S(1,i) \left\{ -\frac{1}{2} + j\frac{\sqrt{3}}{2} \right\} \\
 &= 0
 \end{aligned}$$

..... (7)

(7)式を見れば明らかなように、拡散時と異なる拡散コードを用いて逆拡散処理を行うと、逆拡散結果は0となる。すなわち、拡散コード生成部201により生成された拡散コードは互いに直交関係にあることが分かる。この関係はNがどんな自然数であっても、どのような拡散コードの組み合わせであっても成り立つ。つまり、拡散コード生成部201は、任意の自然数Nに対してN個の直交拡散コードを生成できる。

## 【0065】

次に、図5及び図6を用いて、本発明により得られる拡散コードの直交性についてさらに詳しく説明する。図5(A)、(B)、(C)はそれぞれ3倍拡散の各拡散コード0~2 (a=0~2)を2次元平面で示したものである。

## 【0066】

また図6(A)は拡散コード2 (a=2)で拡散した信号を拡散コード2の複素共役で逆拡散した結果を示し、図6(B)は拡散コード1 (a=1)で拡散した信号を拡散コード2の複素共役で逆拡散した結果を示す。

## 【0067】

図6(A)に示すように、拡散コード2で拡散した信号を拡散コード2の複素共役で逆拡散すると、3つのチップは同相で加算されることとなり、すなわち図6(A)でのC(2, 0)、C(2, 1)、C(2, 2)のベクトルが全て同じ向きになり、拡散コード2で拡散された信号を正確に取り出すことができる。

## 【0068】

これに対して図6(B)に示すように、拡散コード1で拡散した信号を拡散コード2の

複素共役で逆拡散すると、 $C^*(2, 0)$ 、 $C^*(2, 1)$ 、 $C^*(2, 2)$ を乗算した結果の3つのチップはそれぞれ120度ずつ異なる方向を向くことになり、逆拡散結果は0となる。これにより、異なる拡散コードを用いて逆拡散すると結果が0になる(すなわち直交している)ことがわかる。他の拡散コードの組み合わせでも、Nがどのような数字でも同様の結果を得ることができる。

**【0069】**

かくして本実施の形態によれば、(1)式で示すような拡散コードを生成するようにしたことにより、互いに直交性を有する任意の長さの拡散コードを生成することができるようになる。これにより例えばCDMAシステムの設計を容易化することができるようになる。

**【0070】**

因みに、本発明の拡散コード生成方法は、OFDMにおける各直交波を生成する場合と類似している。OFDMでは互いに直交するサブキャリアを生成する。本発明により生成する拡散コードは、OFDMの0Hzから $(N-1)$ Hzまでに相当する。しかし、実際の用いられ方や効果はOFDMとは大きく異なり、拡散コードとして用いることでOFDMでは実現不可能な処理や、OFDMでは得られない格別の効果を得ることができる。以下、OFDMとの違いについて説明する。

**【0071】**

OFDMはN本のサブキャリアを生成する際に、(1)式で示した $C(a, b)$ と同じ信号列を時間波形として用いる。しかし、OFDMではそのような作り方によって空中に放射される時間波形そのものを作っている。つまり、OFDMで生成する信号は連続した時間波形であって、その連続性が途切れると送信スペクトルに大きな影響があり、帯域外のスペクトルの広がりや極端に大きくなる。それゆえOFDMでは、FFT範囲内の時間波形に対して、全体の帯域を制限するフィルタリングのような極めて微小な加工をすることしかできない。もし大幅な加工をすると、性能の大幅劣化や送信スペクトルの大幅劣化を引き起こす。

**【0072】**

それに対して本発明では、(1)式により生成した拡散コードをCDMAに用いることを基本としているので、拡散後の各チップを独立して扱うことができる。換言すれば、各チップをどのように処理(加工)することもできる。例えば各チップは、通常のCDMAで行われているように、ルートナイキストフィルタでチップごとに帯域制限を行ってもよいし、チップ間隔が不等間隔でもよいし、チップ間に他の信号(パイロット信号や制御信号など)のチップを挿入してもよいし、チップの順番を変えてもよいし、スクランブルをかけてもよい。

**【0073】**

特に、後述する実施の形態2で説明するチップの順番を変える方法や、実施の形態3で説明するスクランブルをかける方法を用いれば、孤立セルでしか使用できないOFDMに対して、他セルとの干渉が生じるセルラにも使用することが可能となるという新たな効果も生じる。つまり、OFDMでは(1)式を直交サブキャリアを生成するために用いているので、時間連続の時間波形が生成されその波形に対する処理はごく限られたものに限定されるのに対して、本発明では(1)式により拡散コードを生成するようにしているので、拡散後のチップに様々な処理を行うことができるようになる。この様々な処理にあたって、コード長が2のべき乗に限定されないため、各処理を行う装置構成を多様化させることができる。

**【0074】**

これらのことから分かるように、本発明ではOFDMと似た波形のコードを用いていることを特徴としているものの、用いる対象が全く異なり、その効果に格段の差が生じる。因みに、OFDMではパスごとに信号分離できないが、チップごとにルートナイキストフィルタなどで帯域制限を行うCDMAでは、通常のCDMAと同じようにパス分離が可能のために、RAKE受信をしてパスダイバーシチ効果を得ることもできる。

## 【0075】

(実施の形態2)

この実施の形態の特徴は、(1)式に基づき生成した拡散コードの各コード内のチップの順番を変えるようにしたことである。

## 【0076】

チップの順番を変えるにあたっては、(1)式に基づいてコード長Nの拡散コードを生成した後に、チップインターリーブを行うようにしてもよく、または次式に示す演算を行うことにより、初めからチップの順番を変えた拡散コードを生成するようにしてもよい。

## 【0077】

【数11】

$$C(a, b) = e^{j(2f(n)\pi/N)} \quad \dots\dots\dots (8)$$

但し、(8)式において、 $f(n)$ は入力 $n$ に対して一対一対応で任意に順番を変える関数である。例えば $N=3$ の条件の下で、 $f(0)=1$ 、 $f(1)=0$ 、 $f(2)=2$ を行う関数である。

## 【0078】

(8)式を実現する拡散コード生成装置の構成例を図7に示す。図1との対応部分に同一符号を付して示す図7において、拡散コード生成装置400は、 $e^{j(2n\pi/N)}$ 演算部101(図1)に換えて $e^{j(2f(n)\pi/N)}$ 演算部401を設けた(但し、 $e^{j(2n\pi/N)}$ 演算部101と $e^{j(2f(n)\pi/N)}$ 演算部401は入力される値が $n$ と $f(n)$ で異なるだけで同様の構成である)ことと、 $n=a \times b$ 演算部105で求めた数値 $n$ を別の数値 $f(n)$ に変換する $f(n)$ 変換部402を設けたことを除いて、図1の拡散コード生成装置100と同様の構成である。

## 【0079】

図3との対応部分に同一符号を付して示す図8に、本実施の形態のCDMA送信装置の一例を示す。また図4との対応部分に同一符号を付して示す図9に、本実施の形態のCDMA受信装置の一例を示す。実施の形態1のCDMA送信装置200とこの実施の形態のCDMA送信装置500との違いは、拡散コード生成部501によりチップ順序を変えた拡散コードを生成し、その拡散コードを用いて拡散処理を行う点である。同様に実施の形態1のCDMA受信装置300とこの実施の形態のCDMA受信装置600との違いは、拡散コード生成部601によりチップ順序を変えた拡散コードを生成し、その拡散コードを用いて逆拡散処理を行う点である。ここで拡散コード生成部501、601は、例えば図7のように構成すればよい。

## 【0080】

これにより、送信側では任意のコード長Nで互いに直交性を有する拡散コードのチップの順序を変えて送信信号に拡散処理を施すことができると共に、受信側では符号分割多重信号の中から所望の信号のみを正しく取り出すことができるようになる。

## 【0081】

このようにこの実施の形態においては、実施の形態1の構成に加えて、拡散コードのチップを適宜変えることができる構成としたことにより、例えば以下のような効果を得ることができる。

## 【0082】

コード間相関を平均化することができるという効果：拡散率が大きい場合には最初のチップと最後のチップで回線が変動している可能性があり、この際特定のコード間の直交性が大きく乱れてコード間の相関が大きくなる。このような場合でも、チップの順番を変えることにより、拡散コードに依存せずに全拡散コード間でほぼ同じ相関になるように相関を平均化できる。こうすることにより、誤り訂正符号の効果を向上させることができると共に、相関(逆拡散)によって干渉を除去でき易くなる。

## 【0083】

他セルとの干渉を低減することができるという効果：チップの順番の変え方を他セルと異

ならせる(セルごとに異なる順番変更パターンを割り当てる)ことにより、他セルとの相関を平均化することができ、スクランブルをかけたことと同じような効果を得ることができる。

#### 【0084】

マルチパスの影響をランダム化することができるという効果：マルチパスがあるとチップ間で干渉が生じるが、チップの順番をランダムにしておくことで、干渉の生じ方をランダム化でき、この結果誤り訂正符号の効果を向上させることができると共に、相関(逆拡散)によって干渉を除去でき易くなる。

#### 【0085】

(実施の形態3)

図8との対応部分に同一符号を付して示す図10に、本実施の形態のCDMA送信装置の構成を示す。CDMA送信装置700は、スクランブルコード生成部701を有し、乗算部702において、スクランブルコード生成部701によって生成したスクランブルコードを拡散後の信号に乗ずるようになっている。

#### 【0086】

また図9との対応部分に同一符号を付して示す図11に、CDMA送信装置700からの信号を受信復調するCDMA受信装置の構成を示す。CDMA受信装置800は、スクランブルコード生成部801を有し、乗算部802において、スクランブルコード生成部801によって生成したスクランブルコードを逆拡散前の信号に乗ずるようになっている。当然、スクランブルコード生成部801は、スクランブルコード生成部701と同じスクランブルコードを生成するようになっている。

#### 【0087】

以上の構成において、この実施の形態のCDMA送信装置700は、拡散コード生成部501によって生成した拡散コードを用いて拡散処理を行うのに加えて、スクランプリング処理を行う。ここでスクランプリング処理を行うことはCDMA通信において他セルとの識別を可能とするための一般的な処理である。しかし、この実施の形態では、上述したような本発明の拡散コードと組み合わせてスクランブル処理を行うことにより、他セルとの識別以外にも以下のような、一般的なCDMA通信では得られない特別な効果がある。

#### 【0088】

一つに、チップ間の相関を低減することができる。通常のCDMAではチップ間の位相が0,  $\pi$ あるいは $\pm\pi/4$ であり、拡散コードごとにチップ間の位相差が異なるので、遅延波の影響がある程度チップごとに異なって平均化される。これに対して、本発明の拡散コードを用いた場合、チップの順番並べ替えを行わないと仮定すると、どの拡散コードもチップ間の位相差が等しいために、遅延波の影響の現れ方がチップ間で相関が出てしまう。これを考慮すると、この実施の形態のようにスクランブル処理を行うことで、拡散コード間の位相差をランダム化することが望ましい。かくするにつき、受信側での誤り訂正能力を向上させることができるようになる。

#### 【0089】

またこの実施の形態のように、本発明の拡散コードを使用することに加えて、スクランブル処理を行うと、スクランブルコードとして[1, -1]以外のものを使用することが可能となる。つまり、スクランブルコードを生成するにあたっては、上述した拡散コードの生成方法と同様の方法で、任意の長さ及び周期さらにはその順番を変更したスクランブルコードを生成することが可能となる。そうすることによって、スクランブルコード自体の長さも容易に設定できるし、生成も容易になる。

#### 【0090】

かくして本実施の形態によれば、実施の形態1及び実施の形態2で説明した拡散コードを用いることに加えて、スクランプリング処理を行うようにしたことにより、実施の形態1や実施の形態2の効果に加えて、受信側での誤り率特性を一段と向上させることができるようになる。また使用可能なスクランプリングコード数を増やすことができる。

#### 【0091】

なおこの実施の形態では、拡散後の信号にスクランブルコードを乗ずる場合について述べたが、本発明はこれに限らず、拡散前の送信信号や拡散コード自体にスクランブルコードを乗ずるようにした場合でも、上述した実施の形態と同様の効果を得ることができる。

#### 【0092】

##### (実施の形態4)

この実施の形態の特徴は、本発明の拡散コードを階層的なコードツリーを用いて生成することである。これにより、直交性を保ちながらさらに多くの拡散コードを生成することができるようになる。コードツリーは、拡散率が異なりかつ互いに直交している拡散コードを生成する手法として従来から用いられており、例えばOVSF (Orthogonal Variable Spreading Factor) コードはコードツリーを用いて生成される拡散コードの一例である。

#### 【0093】

図12に、本実施の形態のコードツリーを示す。このコードツリーは、拡散率の異なるコードを直交させるものであり、例えば3倍拡散と9倍拡散のコードを直交させることができる。また3倍拡散と15倍拡散のように、最も短い拡散率のコード(基本コード)の整数倍の長さのコードであれば任意の長さのコードを直交させることが可能である。コードツリーにおいては、上位のコードの倍数でありさえすれば良いので、15倍と9倍というもの同士も直交させることが可能である。また何階層になっても良い。

#### 【0094】

図12の例では、基本コードを3倍拡散としている。 $X([A, B])$  は拡散率AのB番目のコードを表している。さらに $X([A, B])$  を元に作られるコードを $X([A, B][C, D])$  で表し、この $X([A, B][C, D])$  は $X([A, B])$  をさらにC倍拡散したときのD番目のコードであることを表す。また $X([A, B]) \mid X([A, B])$  は、 $X([A, B])$  を2つ連続で並べて $X([A, B])$  の2倍の長さのコードを作ったことを示す。同様に $X([A, B]) \mid X([A, B]) Y \mid X([A, B]) Z$  は、 $X([A, B])$  と $X([A, B])$  にYを乗じたものと $X([A, B])$  にZを乗じたものを順番に並べて $X([A, B])$  の3倍の長さのコードを作ったことを示す。

#### 【0095】

従来からCDMAで用いられるOVSFコードは、この中での特殊な場合であり、常に2倍ずつ拡散率を増やしている。しかし、本発明の拡散コードは2のべき乗以外の直交コードも作れるので、図12に示すように任意の倍率でのコードを生成できる。

#### 【0096】

因みに、コードツリーを用いると、拡散率が異なるコード(図12の例では例えば18倍拡散の $X([3, 1][2, 1][3, 1])$  と9倍拡散の $X([3, 1][3, 2])$  )でも、全て直交したコードを作ることができる。但しOVSFコードと同様に、既に使用されているコードの上位のコード(例えば $X([3, 1][2, 1][3, 1])$  )を使用している場合の $X([3, 1][2, 1])$  や $X([3, 1])$  は使用不可能となる。

#### 【0097】

次に、本発明の拡散コードをコードツリーを用いて生成する利点について説明する。本発明の拡散コードをコードツリーを用いて生成することの効果は、異なる拡散率のコードを直交多重させることができるという点ではOVSFコードなどと同じである。

#### 【0098】

しかし本発明の拡散コードをコードツリーを用いて生成すると、基本拡散率(図12の例では3)さえ同じであれば、18倍拡散と15倍拡散というような、かなり素に近い関係の拡散率でも互いに直交した拡散コードを作ることができる。これにより、再送などをする場合にわずかに残った半端なリソースも有効に使用できるようになり、リソース配分の微調節が容易になる。

#### 【0099】

例えば、従来は通信の品質を考えた場合、16倍拡散だと16QAM(Quadrature Amplitude Modulation)を用いる必要があるが、本発明の拡散コードを用いると、16倍拡散でも直交性が高いコードを生成できるため、16QAMを用いる必要がなくなる。



itude Modulation)にするには少し品質が足りないがQPSK(Quadrature Phase Shift Keying)には十分すぎる品質という場合には、32倍拡散にして16QAMを使うか16倍拡散でQPSKを使うかしかなかった。これは、リソースの有効利用の点で不十分であった。

#### 【0100】

これに対して、本発明の拡散コードをコードツリーを用いて生成すれば、18倍拡散で16QAMを使っても良いし(それでも足りなければ21倍拡散にしたりしてもよい)、逆に15倍拡散でQPSKを使う(まだ余裕があれば12倍拡散や9倍拡散を使う)こともできるようになる。

#### 【0101】

かくして本実施の形態によれば、本発明の拡散コードを階層的なコードツリーを用いて生成するようにしたことにより、実施の形態1での効果に加えて、直交性を保ちつつ多様な拡散率の拡散コードを生成できるようになり、リソースの有効利用が可能となる。

#### 【0102】

(実施の形態5)

この実施の形態では、送信側における本発明の拡散コードの生成処理及び拡散処理を一括して逆フーリエ変換器(IDFT)を用いて行うことを提案する。また受信側における拡散コードの生成処理及び逆拡散処理を一括してフーリエ変換器(DFT)を用いて行うことを提案する。これにより、演算量を削減することができるようになる。

#### 【0103】

図3との対応部分に同一符号を付して示す図13に、この実施の形態のCDMA送信装置の構成を示す。CDMA送信装置900は、送信データ#1~#3をそれぞれに対応して設けられたマッピング部(マッピング#1~#3)202A~202Cを介して3点の逆フーリエ変換器(IDFT)901に入力する。

#### 【0104】

3点IDFT901は、3入力に対して逆フーリエ変換処理を施すことにより、(1)式で $N=3$ の場合に相当する3つの拡散コードを生成し、この3つの拡散コードで各送信データ#1~#3を拡散するのと同等の処理を行うことができる。ここで $N$ 点の逆フーリエ変換処理は既知の技術なので詳述しないが、図3の拡散コード生成部201と拡散部203の処理を一括して逆フーリエ変換により行うことができる。これにより、簡易な構成でかつ少ない演算量で、(1)式の拡散コードにより送信データ#1~#3を符号分割多重したのと同様の拡散信号を得ることができる。

#### 【0105】

図4との対応部分に同一符号を付して示す図14に、CDMA送信装置900から送信された符号分割多重信号を受信復調するCDMA受信装置1000の構成を示す。CDMA受信装置1000は、フィルタ304から出力された符号分割多重信号のIQ成分を3点の離散フーリエ変換器(DFT)1001に入力する。

#### 【0106】

3点DFT1001は、入力信号に対して3点フーリエ変換処理を施すことにより、(3)式で $N=3$ の場合に相当する3つの拡散コードを生成し、この3つの拡散コードを用いて符号分割多重信号を逆拡散するのと同等の処理を行うことができる。ここで $N$ 点のフーリエ変換処理は $N$ 点の逆フーリエ変換処理と同様に既知の技術なので詳述しないが、図4の拡散コード生成部301と逆拡散部305の処理を一括してフーリエ変換により行うことができる。これにより、少ない演算量かつ簡易な構成で、(3)式の拡散コードにより符号分割多重信号を多重前の送信データ#1~#3に対応する受信データ#1~#3に分離することができる。

#### 【0107】

ここで単純に本発明の拡散コードを生成し、その拡散コードを用いて拡散処理や逆拡散処理を行うと、コード数( $N$ )の2乗のオーダーの演算量が必要となるが、本実施の形態のようにIDFTやDFTを用いることで、 $\log(N)$ のオーダーの演算量で済むように

なる。

#### 【0108】

かくして本実施の形態によれば、逆フーリエ変換器 901 を用いて本発明の拡散コードを用いた拡散処理を行うようにしたことにより演算量の少ない CDMA 送信装置 900 を実現できると共に、フーリエ変換器 1001 を用いて本発明の拡散コードを用いた逆拡散処理を行うようにしたことにより演算量の少ない CDMA 受信装置 1000 を実現できる。

#### 【0109】

なお実施の形態 2 で説明したように、送信側でチップの順番を変更した場合には、受信側でチップの順番を戻してから DFT 処理を行う (あるいは DFT 1001 への入力結線をチップを変更した順番に対応させておく) ようにすればよい。

#### 【0110】

また実施の形態 3 で説明したように、送信側でスクランブル処理を行った場合には、受信側でデスクランブル処理を行ってから DFT 処理を行うようにすればよい。

#### 【0111】

さらにこの実施の形態では、一例として 3 ユーザ分の送信データ #1 ~ #3 を符号分割多重して送信する場合の構成を示したが、3 ユーザ分の送信データ #1 ~ #3 を符号分割多重する場合に限らず、N 点 IDFT を用いれば任意の N 個の送信データを符号分割多重できるようになる。

#### 【0112】

(実施の形態 6)

この実施の形態では、上述した実施の形態 4 のように拡散率の異なる拡散コードを用いて送受信を行う場合の演算量の低減方法として、逆離散フーリエ変換器を適宜従属接続する CDMA 送信装置を提案すると共に、離散フーリエ変換器を適宜従属接続する CDMA 受信装置を提案する。つまり、拡散率の異なる拡散コードを使用する場合に、IDFT (送信側) や DFT (受信側) を階層的に用いる。

#### 【0113】

図 13 との対応部分に同一符号を付して示す図 15 に、本実施の形態の CDMA 送信装置 1100 の構成を示す。図 15 は、15 倍拡散の拡散コード 5 つと 9 倍拡散の拡散コード 3 つと 3 倍拡散の拡散コード 1 つを使用した例である。CDMA 送信装置 1100 は、送信データ #1 ~ #5 をマッピング部 202 を介して 5 点 IDFT 1101 に入力することにより、5 点 IDFT により 5 倍拡散の拡散コード ( (1) 式において  $N=5$  としたもの) を用いて 5 つの送信データ #1 ~ #5 を符号分割多重する。この符号分割多重信号は 3 点 IDFT 1103 に入力される。

#### 【0114】

また CDMA 送信装置 1100 は、送信データ #6 ~ #8 をマッピング部 202 を介して 3 点 IDFT 1102 に入力することにより、3 点 IDFT 1102 により 3 倍拡散の拡散コード ( (1) 式において  $N=3$  としたもの) を用いて 3 つの送信データ #6 ~ #8 を符号分割多重する。この符号分割多重信号は 3 点 IDFT 1103 に入力される。

#### 【0115】

3 点 IDFT 1103 には、5 点 IDFT 1101 からの符号分割多重信号、3 点 IDFT 1102 からの符号分割多重信号及びマッピング部 202 を介した送信データ #9 が入力される。3 点 IDFT 1103 は、3 倍拡散の拡散コードを用いて 3 入力を符号分割多重する。この結果、3 点 IDFT からは送信データ #1 ~ #5 が 15 倍拡散され、送信データ #6 ~ #8 が 9 倍拡散され、送信データ #9 が 3 倍拡散されてなる符号分割多重信号が得られる。

#### 【0116】

このようにして、複数の IDFT 1101 ~ 1103 を従属接続することにより、拡散率の異なる拡散コードを用いて各送信データを符号分割多重するのと同等の処理を行うことができるようになる。

## 【0117】

図14との対応部分に同一符号を付して示す図16に、CDMA送信装置1100から送信された信号を受信復調するCDMA受信装置の構成を示す。CDMA受信装置1200は、先ずフィルタ304からの出力を3点DFT1201に入力する。3点DFT1201は、3倍拡散コードを用いた逆拡散処理に相当するフーリエ変換演算を行うことにより得た3出力をそれぞれ、5点DFT1202、3点DFT1203及びデマッピング部308（デマッピング部#9）に送出する。

## 【0118】

5点DFT1202は5倍拡散コードを用いた逆拡散処理に相当するフーリエ変換演算を行うことにより、送信データ#1～#5に対応する受信データ#1～#5を得る。また3点DFT1203は3倍拡散コードを用いた逆拡散に相当するフーリエ変換演算を行うことにより、送信データ#6～#8に対応する受信データ#6～#8を得る。

## 【0119】

このようにして、複数のDFT1201～1203を適宜従属接続することにより、拡散率の異なる拡散コードにより符号分割多重された信号から符号分割多重前の各データを復元することができる。

## 【0120】

なお図15のCDMA送信装置1100では全ての階層でIDFTを用いて、本発明の拡散コード生成及び拡散処理に相当する演算を行うようにしているが、これに限らない。つまり、図15のCDMA送信装置1100では、階層が上がるに連れて、IDFTの入力レートは上がるので、演算パワーの点では最後のIDFT1103が最も比重が大きくなる。これを考慮すると、最終段のみIDFT1103を使用してそれよりも前段のIDFT1101、1102に換えて普通の整合フィルタを使用した場合でも、かなりの演算量を削減することができる。

## 【0121】

また図16のCDMA受信装置1200においても全ての階層でDFTを用いて、本発明の拡散コード生成及び逆拡散に相当する演算を行うようにしているが、これに限らない。つまり、図16のCDMA受信装置1200では、階層が下がるに連れて、DFTの入力のレートは下がるので（図16では最初の3点DFT1201はチップレートの速さで信号が入力されるが、2段目の3点DFT1203と5点DFT1202はチップレートの1/3の速さで信号が入力される）、演算パワーの点では最初のDFT1201が最も比重が大きくなる。これを考慮すると、1段目のみDFT1201を使用してそれよりも後段のDFT1202、1203に換えて普通の整合フィルタを使用した場合でも、かなりの演算量を削減することができる。なお、コードツリー上、1段目の拡散率（基本コードの拡散率）は全ての拡散コードで共通なので、1段目にDFTを使用することは、必ず可能である。

## 【0122】

かくして本実施の形態によれば、実施の形態4で説明したように拡散率の異なる拡散コードを使用するにあたって、逆離散フーリエ変換器1101～1103を適宜従属接続して階層的な拡散処理を行うようにしたことにより、拡散率の異なる拡散コードを使用する場合の演算量を削減できるCDMA送信装置1100を実現できる。同様に、実施の形態4で説明したように拡散率の異なる拡散コードを使用するにあたって、離散フーリエ変換器1201～1203を適宜従属接続して階層的な逆拡散処理を行うようにしたことにより、拡散率の異なる拡散コードを使用する場合の演算量を削減できるCDMA受信装置1200を実現できる。

## 【産業上の利用可能性】

## 【0123】

本発明に係る拡散コード生成方法、CDMA送信及び受信装置は、任意の長さの直交拡散コードを生成し得、例えば携帯電話機やその基地局等に適用できる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0124】

【図1】実施の形態1の拡散コード生成装置の構成を示すブロック図

【図2】実施の形態1の拡散コード生成装置による拡散コード生成手順を示すフローチャート

【図3】実施の形態1のCDMA送信装置の構成を示すブロック図

【図4】実施の形態1のCDMA受信装置の構成を示すブロック図

【図5】本発明の拡散コードの直交性の説明に供する図

【図6】本発明の拡散コードの直交性の説明に供する図

【図7】実施の形態2の拡散コード生成装置の構成を示すブロック図

【図8】実施の形態2のCDMA送信装置の構成を示すブロック図

【図9】実施の形態2のCDMA受信装置の構成を示すブロック図

【図10】実施の形態3のCDMA送信装置の構成を示すブロック図

【図11】実施の形態3のCDMA受信装置の構成を示すブロック図

【図12】実施の形態4の説明に供するコードツリー

【図13】実施の形態5のCDMA送信装置の構成を示すブロック図

【図14】実施の形態5のCDMA受信装置の構成を示すブロック図

【図15】実施の形態6のCDMA送信装置の構成を示すブロック図

【図16】実施の形態6のCDMA受信装置の構成を示すブロック図

【図17】従来のCDMA送信装置の構成を示すブロック図

【図18】従来のCDMA受信装置の構成を示すブロック図

## 【符号の説明】

## 【0125】

100、400 拡散コード生成装置

200、500、700、900、1100 CDMA送信装置

201、301、501、601 拡散コード生成部

203 拡散部

300、600、800、1000、1200 CDMA受信装置

305 逆拡散部

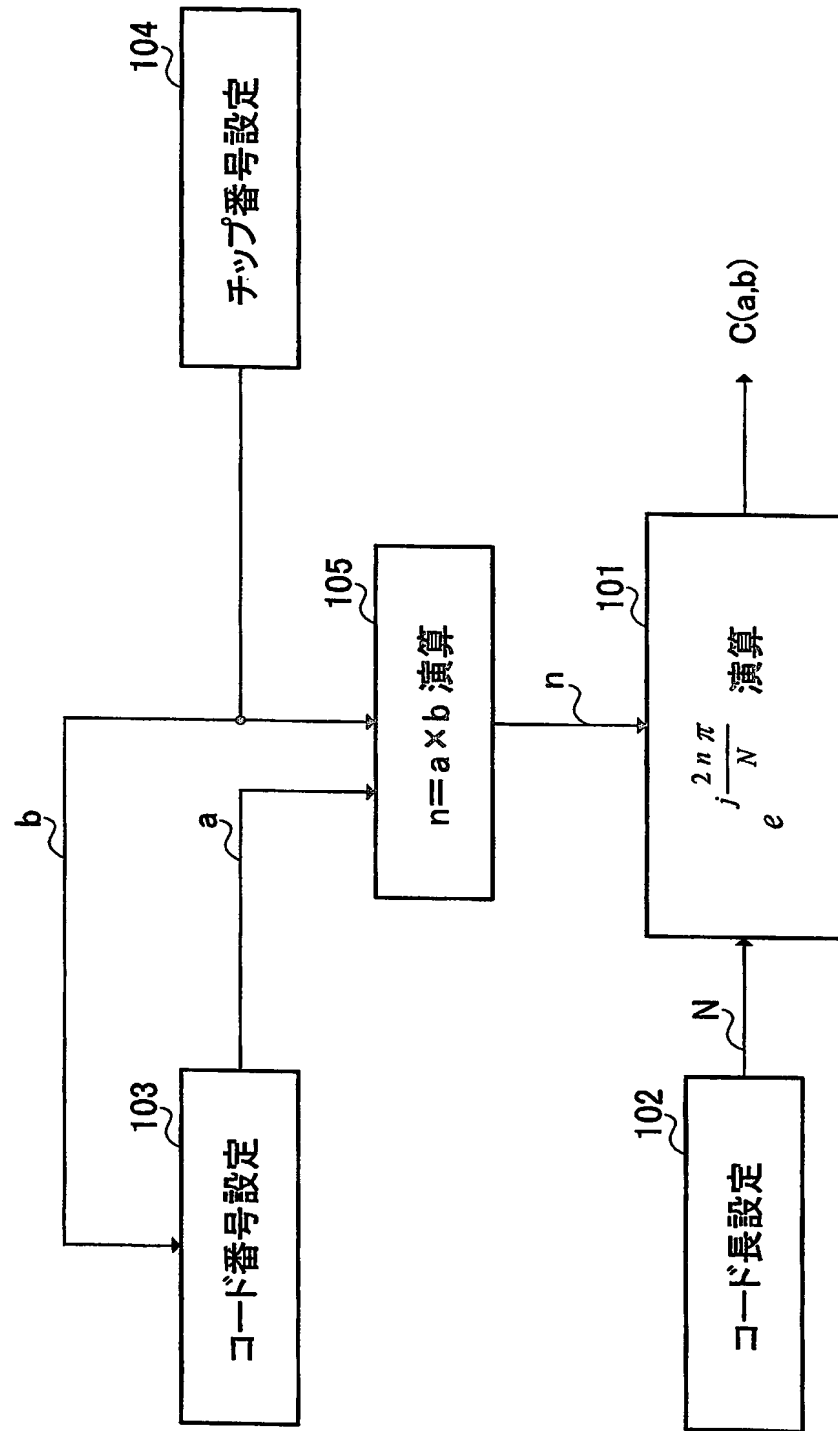
701、801 スクランプルコード生成部

901、1101～1103 逆フーリエ変換器 (IDFT)

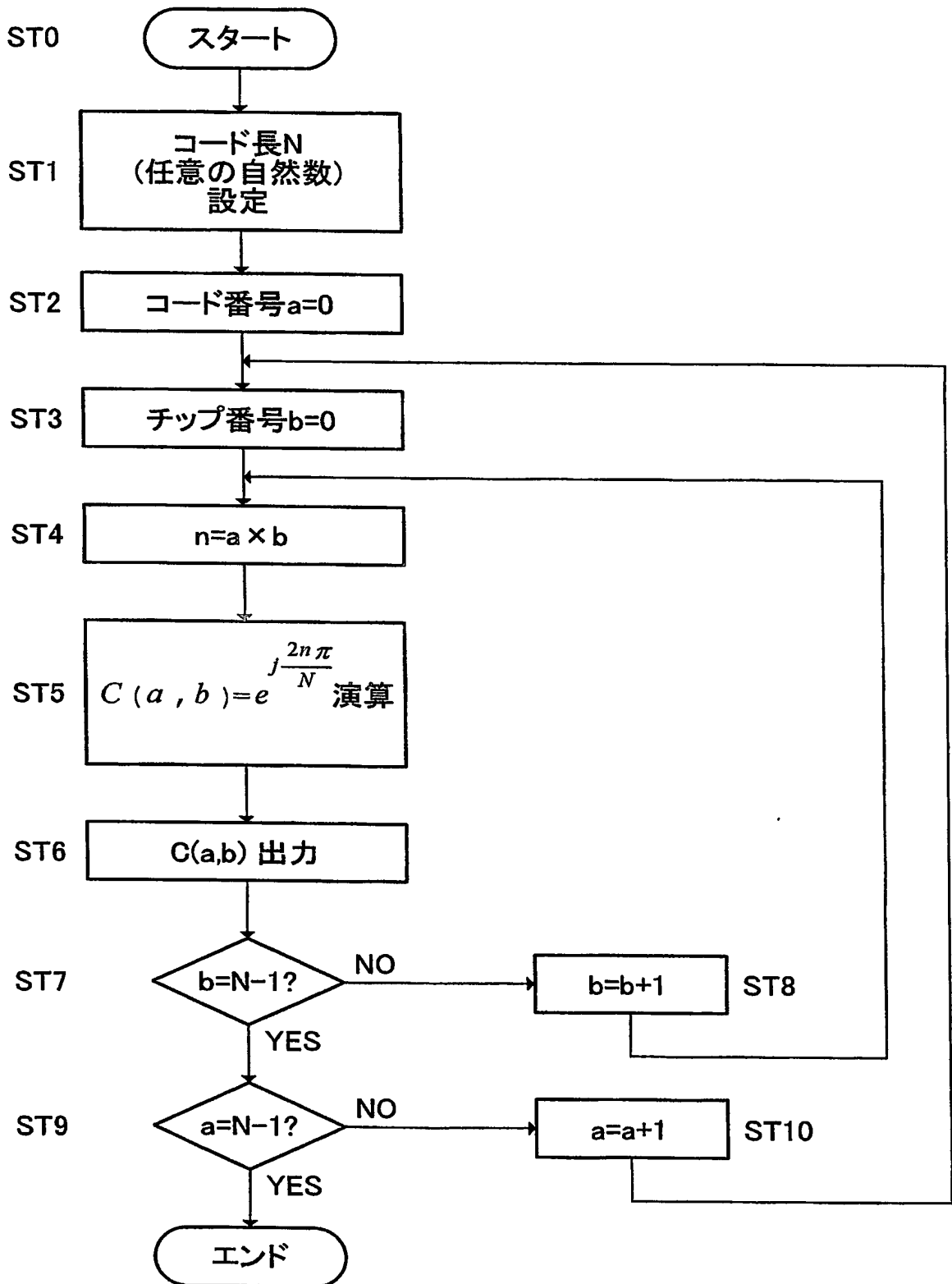
1001、1201～1203 フーリエ変換器 (DFT)

【書類名】 図面  
【図 1】

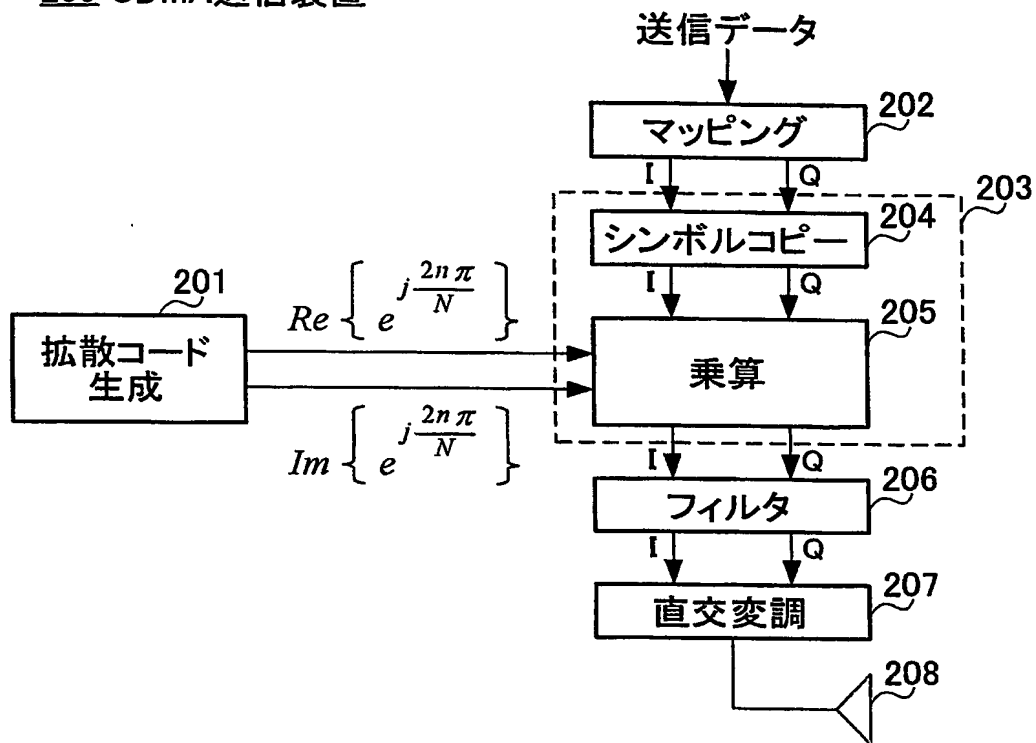
100 拡散コード生成装置



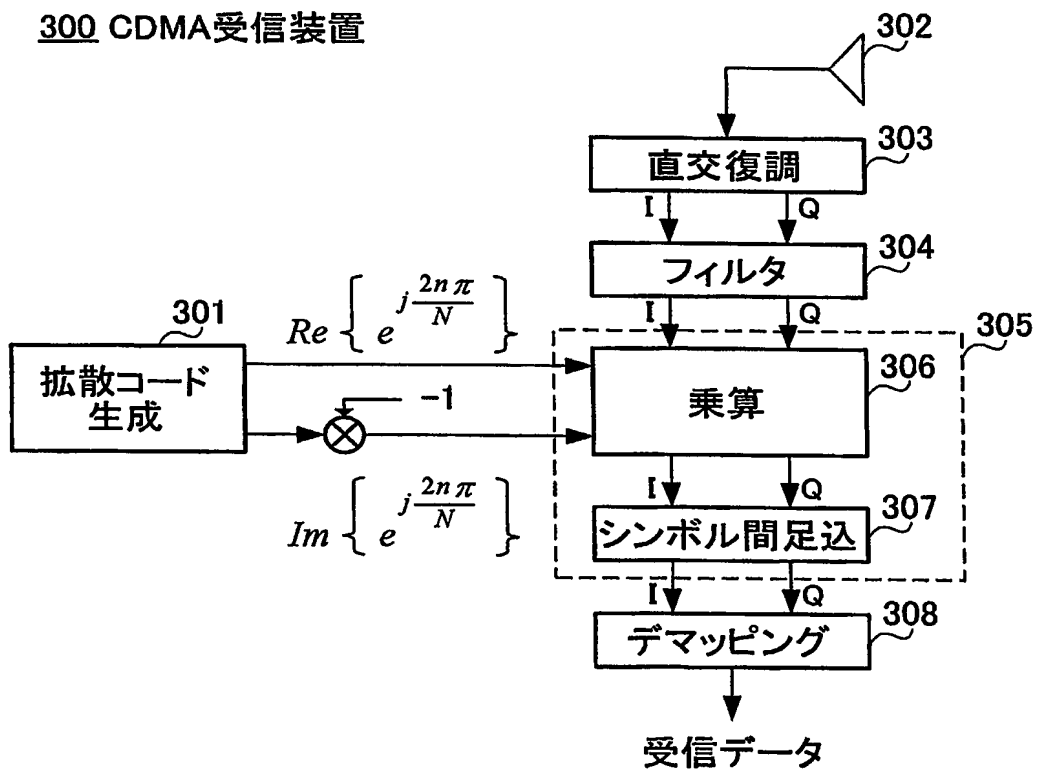
【図 2】



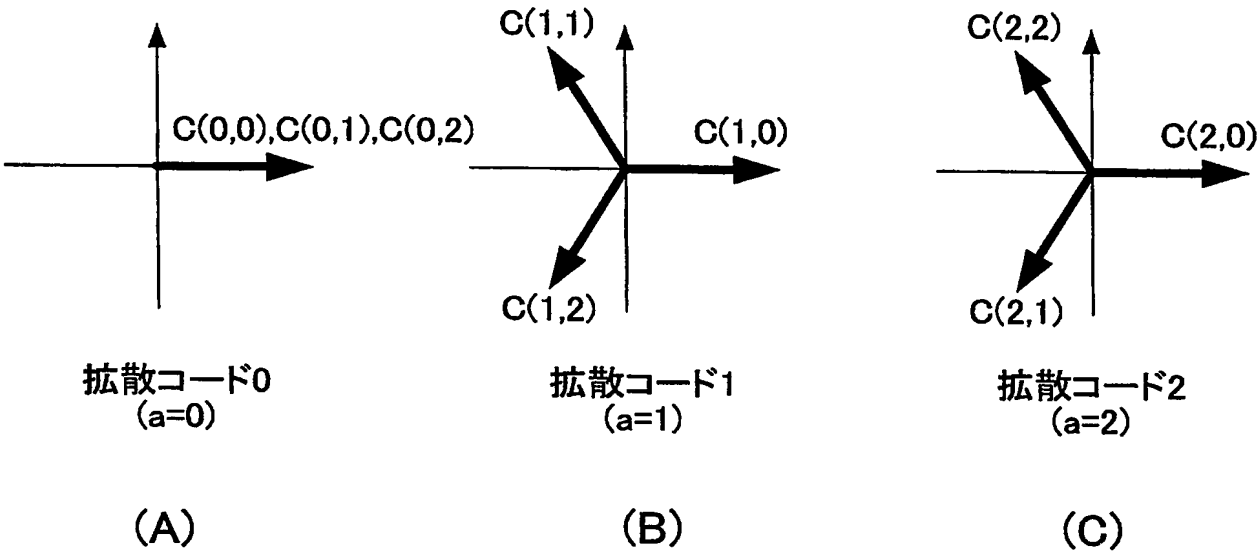
【図 3】

200 CDMA送信装置

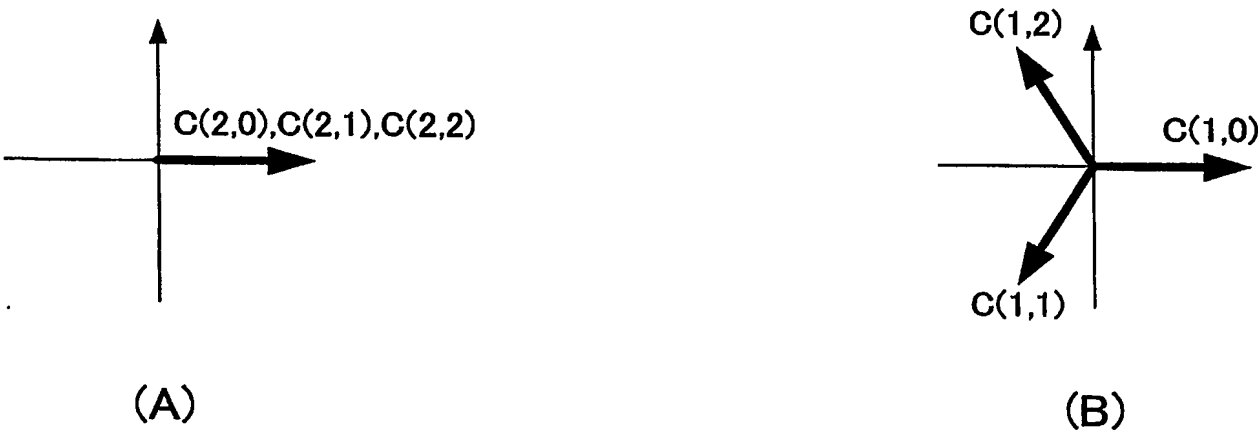
【図 4】

300 CDMA受信装置

【図 5】



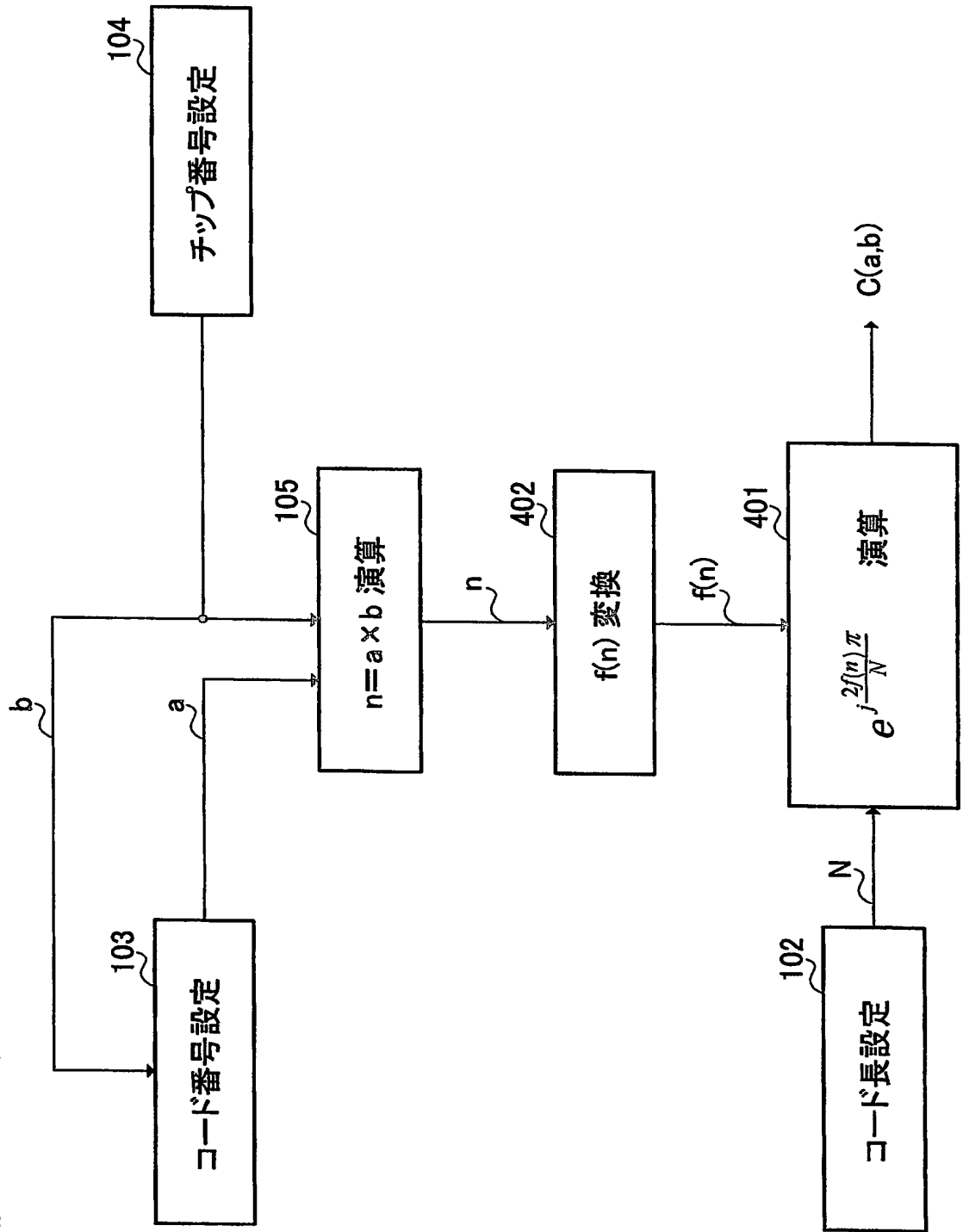
【図 6】





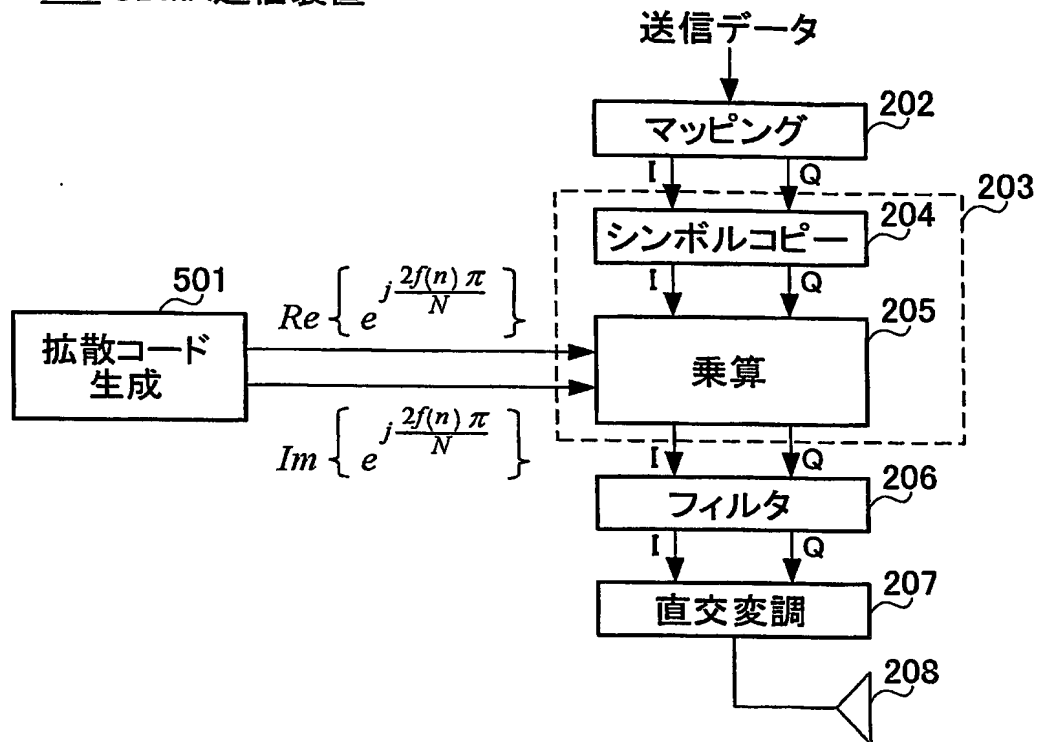
【図 7】

400 拡散コード生成装置



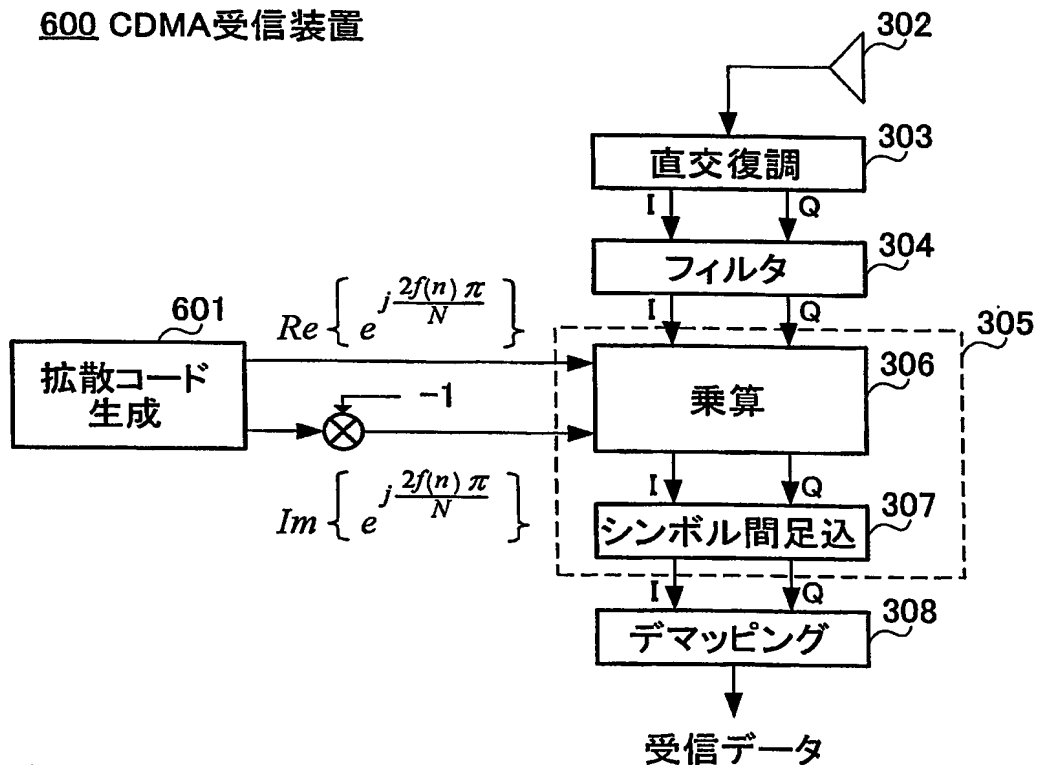
【図 8】

## 500 CDMA送信装置



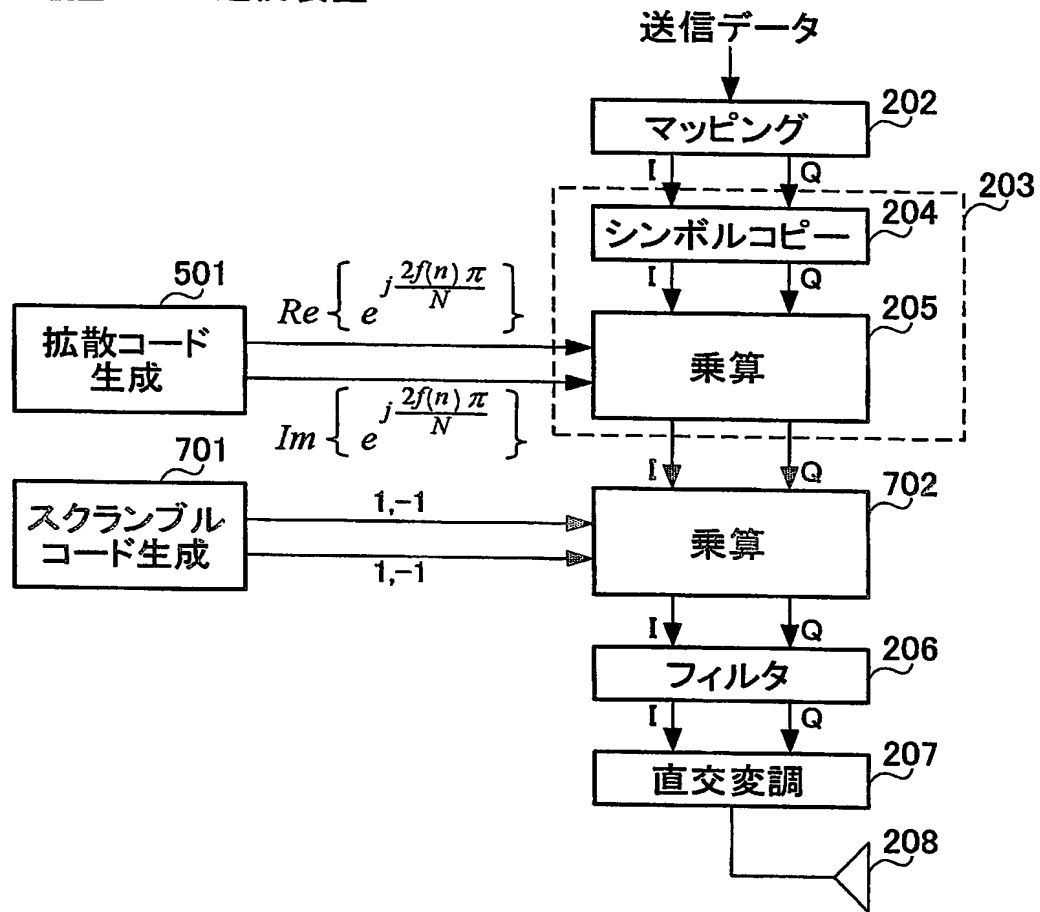
【図 9】

## 600 CDMA受信装置

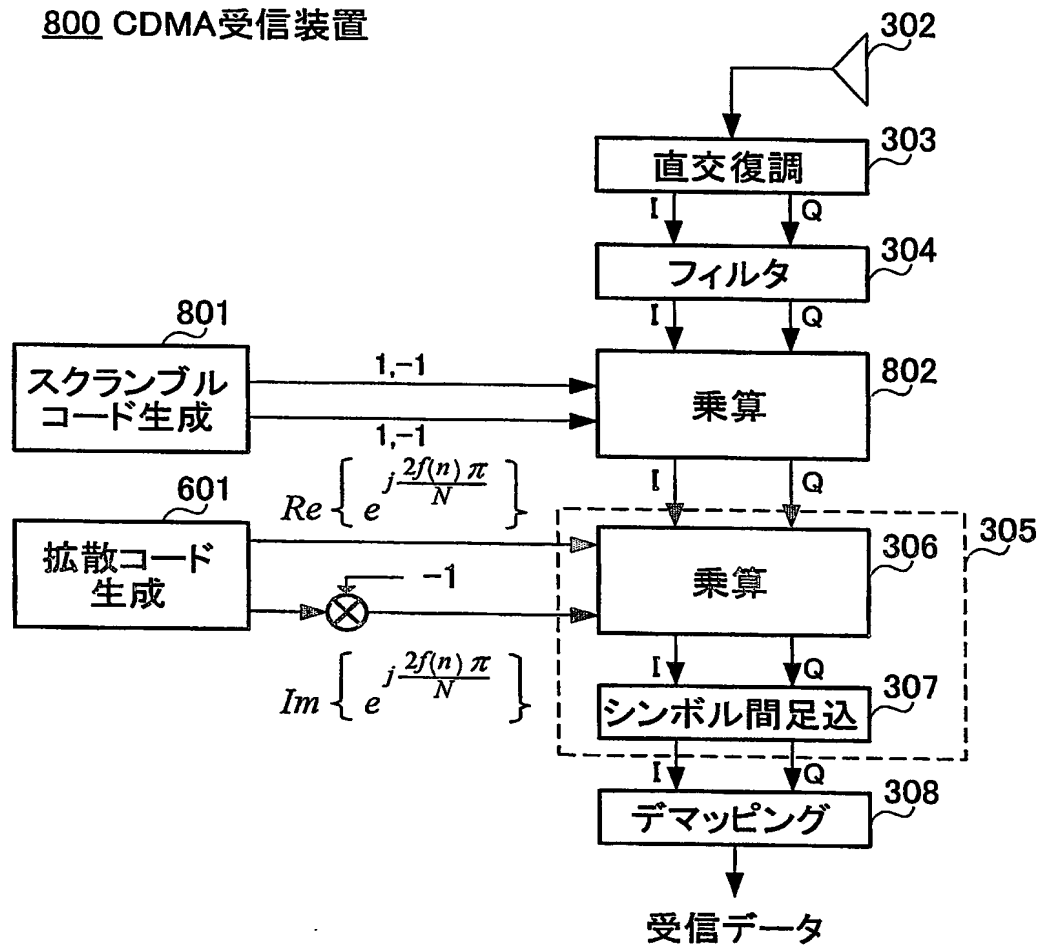


【図 10】

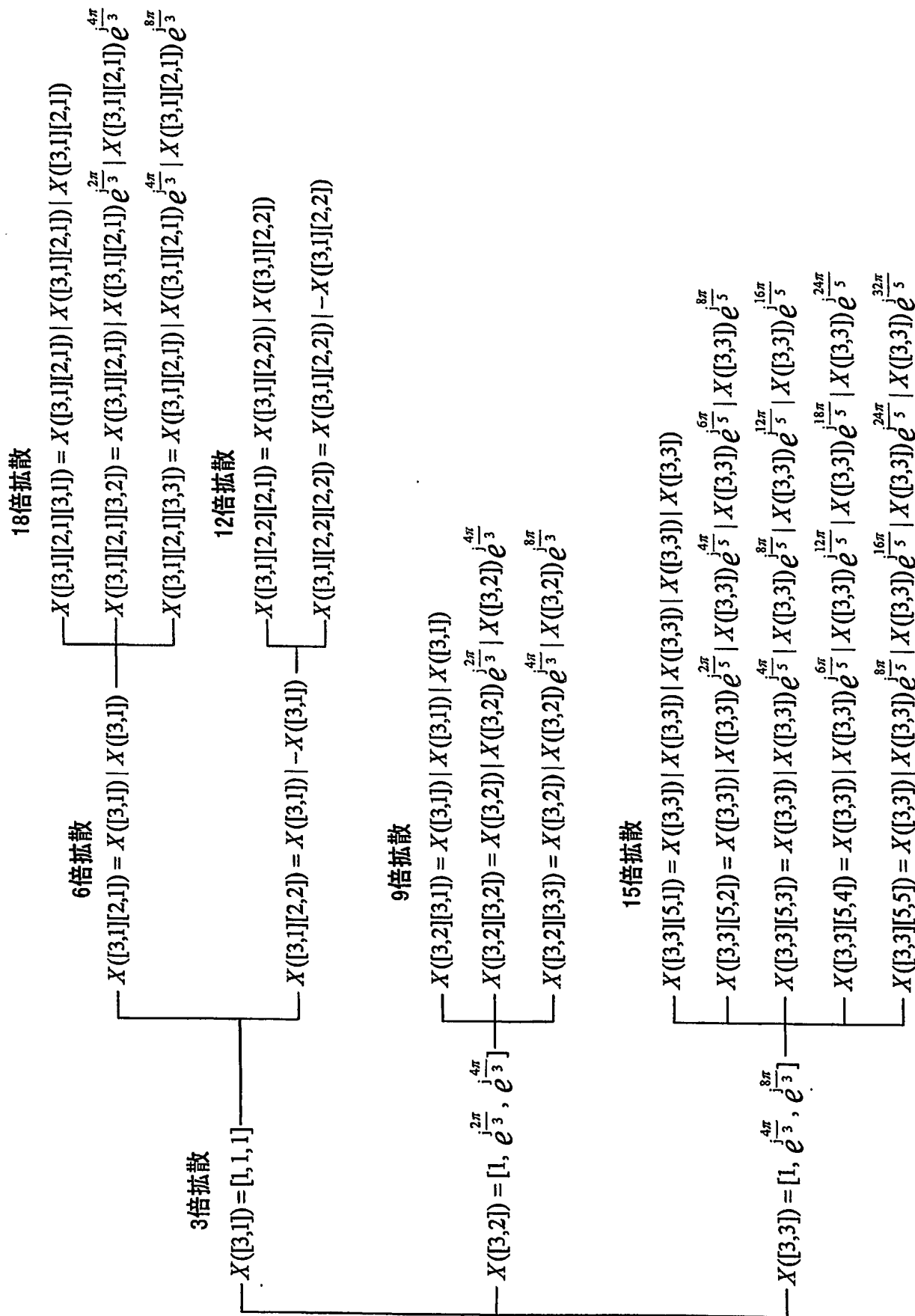
## 700 CDMA送信装置



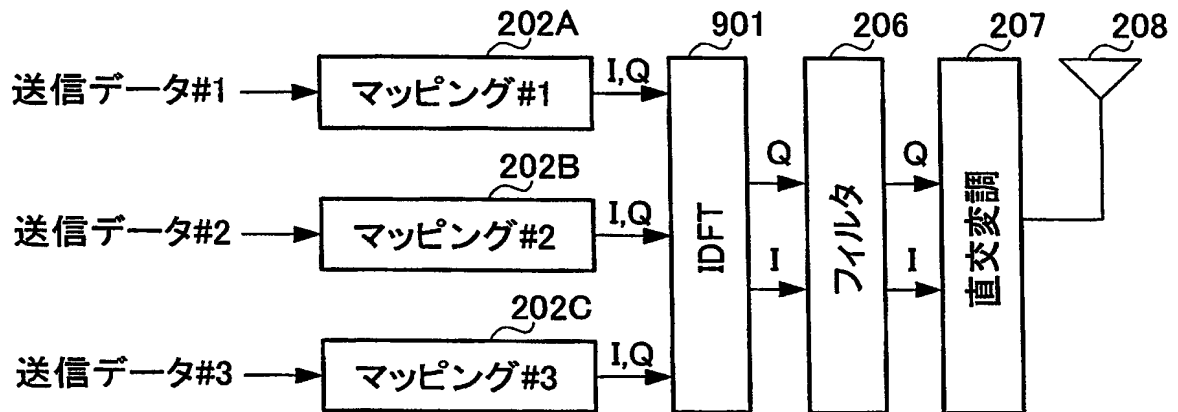
【図 11】



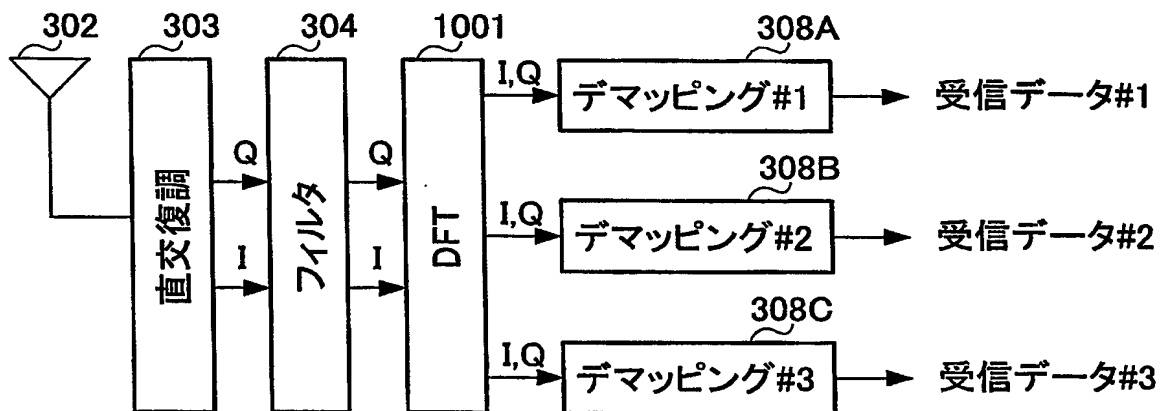
【図 12】



【図 13】

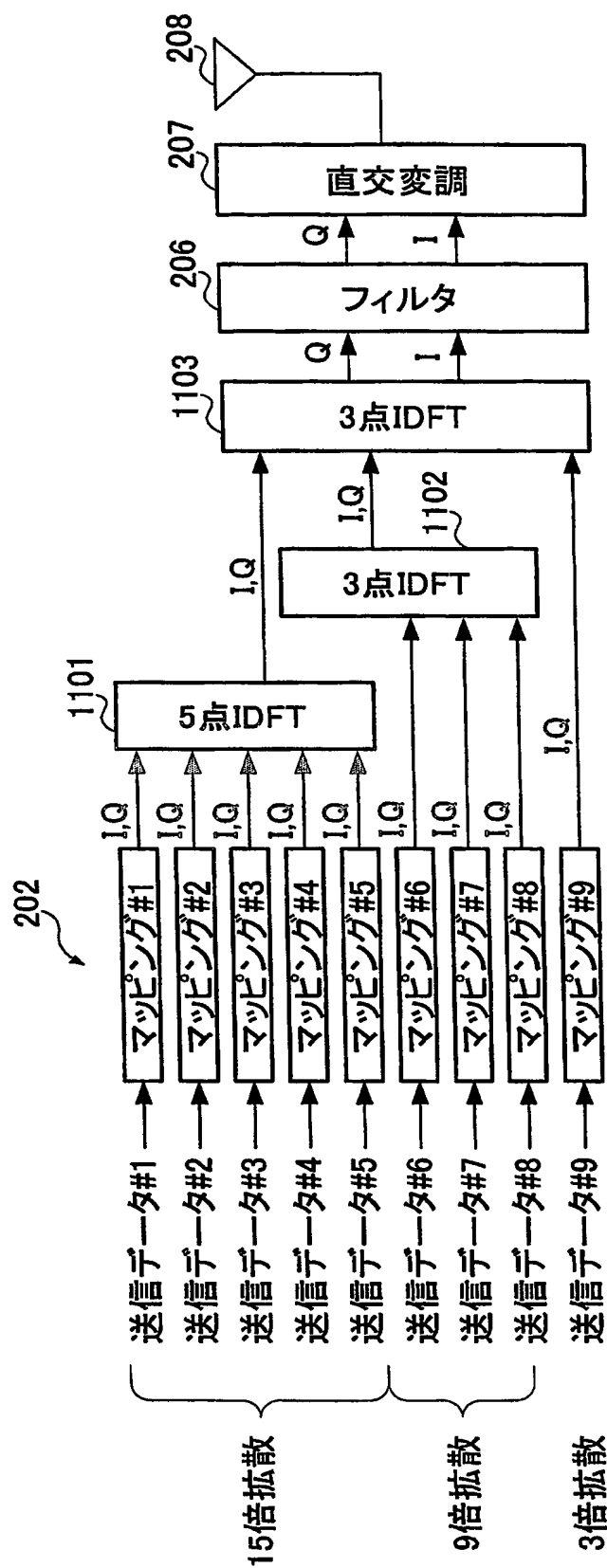
900 CDMA送信装置

【図 14】

1000 CDMA受信装置

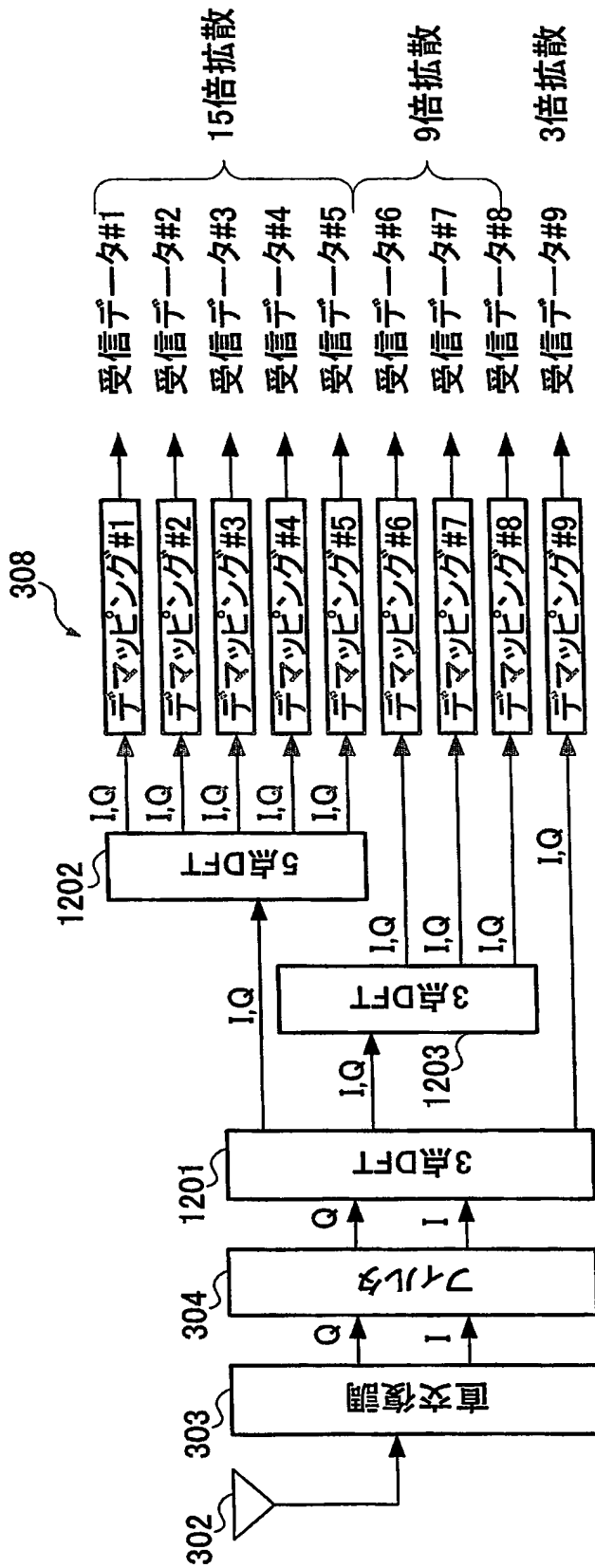
【図 15】

1100 CDMA送信装置



【図16】

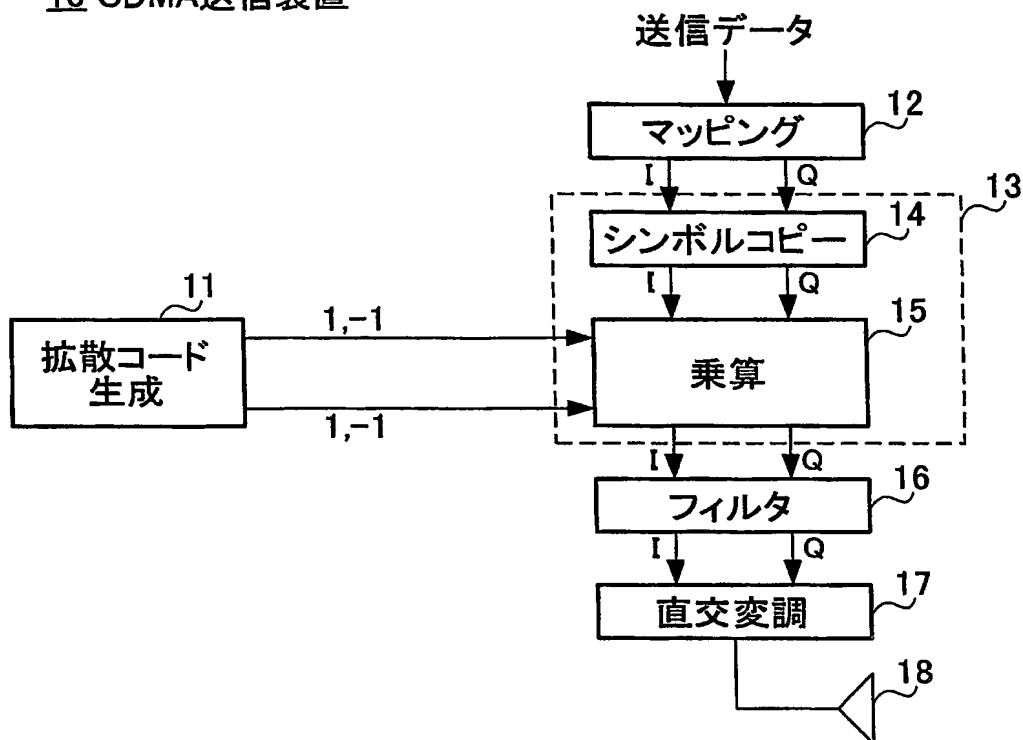
1200 CDMA受信装置





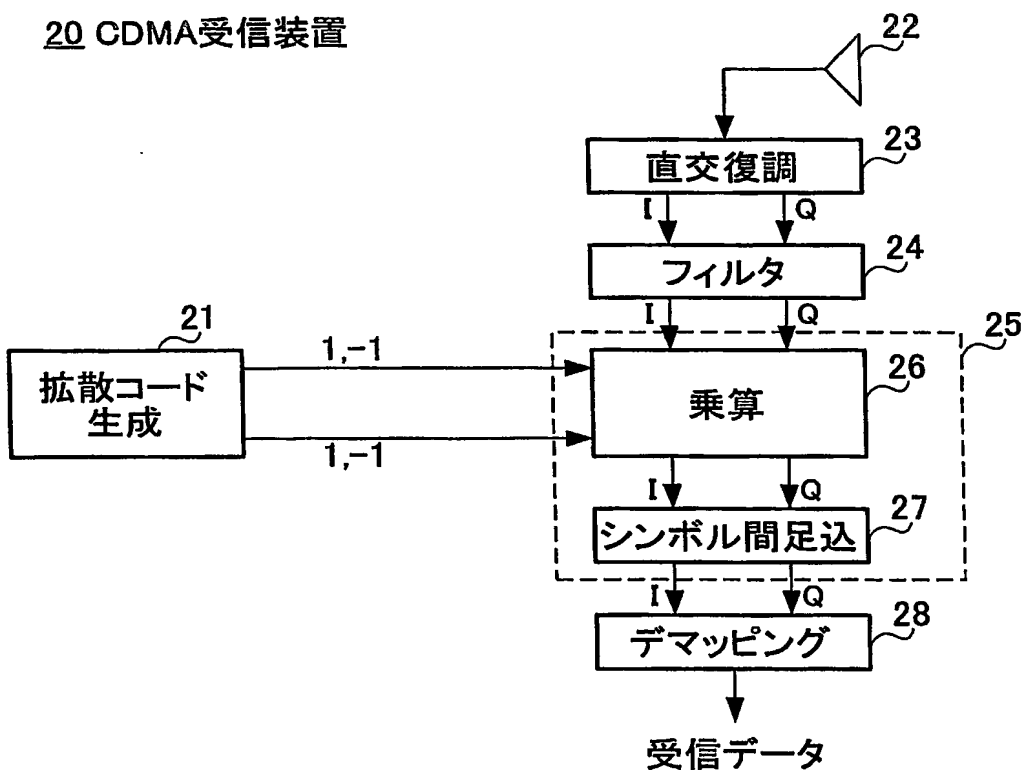
【図 17】

## 10 CDMA送信装置



【図 18】

## 20 CDMA受信装置



## 【書類名】要約書

## 【要約】

【課題】 任意の長さの直交拡散コードを生成し得る拡散コード生成方法を提供すること。

【解決手段】  $e^{j(2n\pi/N)}$  演算部101において、自然対数の底を  $e$  とし、拡散コードの長さ（すなわち拡散コード長）を  $N$  としたとき、 $a$  番目の拡散コードの  $b$  番目のチップ  $C(a, b)$  を、 $C(a, b) = e^{j(2n\pi/N)}$  に基づいて生成するようにする。但し、上式において、 $n = a \times b$ 、 $a = 0 \sim N-1$ 、 $b = 0 \sim N-1$  とする。これにより、任意の長さの直交拡散コードを生成することができる。

【選択図】 図1

特願 2 0 0 3 - 2 7 2 8 8 2

ページ : 1/E

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 5 8 2 1 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 8 日

[変更理由]

新規登録

住 所

大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地

氏 名

松下電器産業株式会社